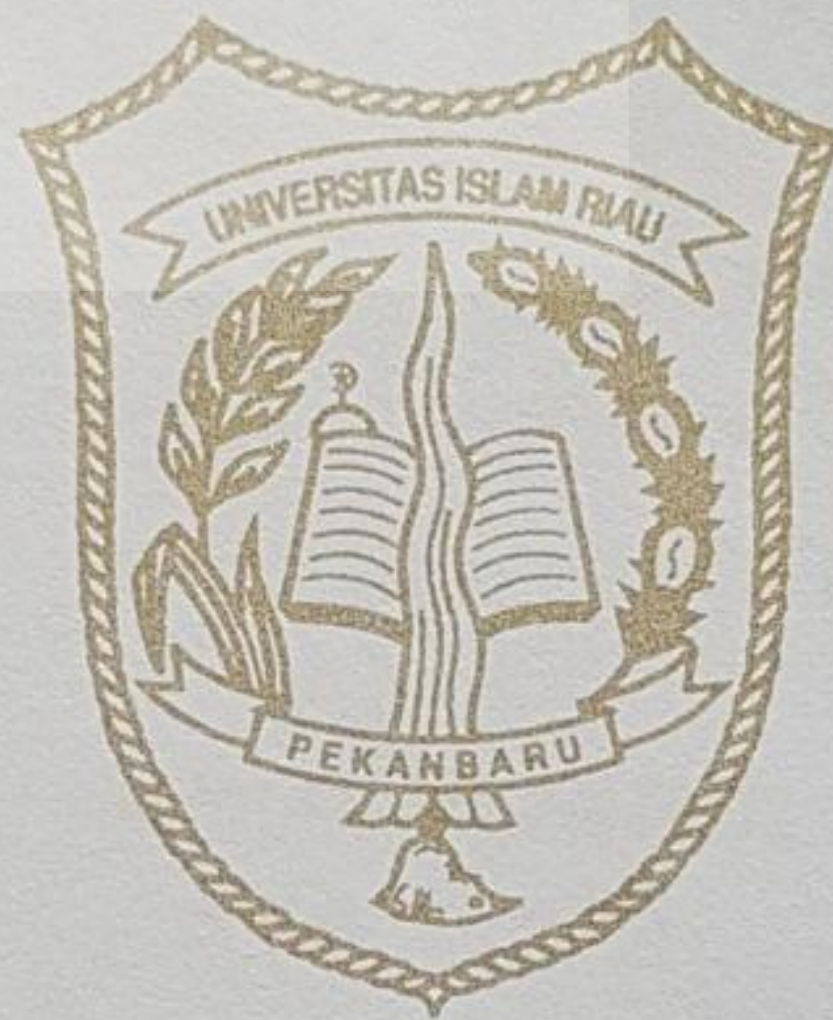


# TESIS

## PENGARUH PENGGUNAAN DAN PERAWATAN BERBAGAI MACAM AIR TERHADAP KUAT TEKAN DAN LENTUR BETON PERKERASAN KAKU

Diajukan Guna Melengkapi Syarat Dalam Mencapai Magister Teknik (M.T.)



OLEH :

**NAMA : RUDI ISTANTO**  
**NOMOR MAHASISWA : 153120047**  
**BIDANG KAJIAN UTAMA : GEOTEKNIK & JALAN RAYA**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2019**

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

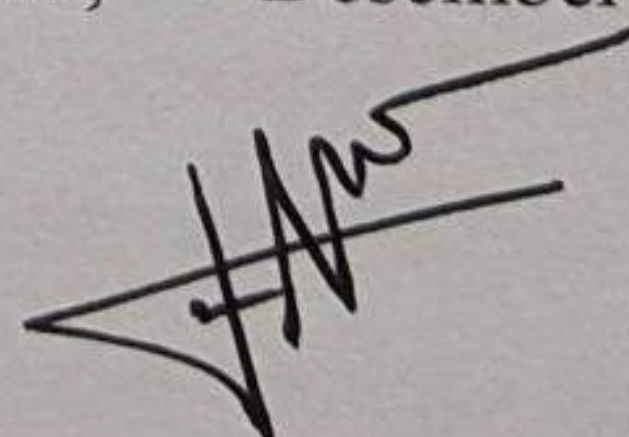
Syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunianya sehingga kita diberi keselamatan dan kesehatan sehingga penulis serta pembimbing dapat menyelesaikan Tesis dengan judul **“PENGARUH PENGGUNAAN DAN PERAWATAN BERBAGAI MACAM AIR TERHADAP KUAT TEKAN DAN LENTUR BETON PERKERASAN KAKU”**. Shalawat dan salam kita haturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW semoga besok di hari akhir kita diberi syafaat beliau. Amin.

Pengambilan judul ini pada dasarnya dilakukan karena penulis ingin dapat mengetahui secara langsung proses dalam pembuatan beton mutu sedang dan dapat mengetahui pengaruh kekuatan beton dengan penggunaan dan perawatan berbagai macam air, serta hubungan kuat tekan dengan kuat lentur pada beton. Banyak hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan beton yang berkualitas baik, namun diharapkan nantinya dari hasil penelitian ini dapat menjadi suatu perbandingan atau sesuatu yang bermanfaat dalam konstruksi perkerasan kaku.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini masih banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan dalam pembuatan tesis ini dan semoga bermanfaat dalam aplikasi pekerjaan konstruksi.

Wassalamu'alaikumWr. Wb.

Pekanbaru, Desember 2019



**RUDI INSTANTO**  
NPM. 153 120 047

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunianya sehingga kita diberi keselamatan dan kesehatan sehingga penulis serta pembimbing dapat menyelesaikan Tesis dengan judul **“PENGARUH PENGGUNAAN DAN PERAWATAN BERBAGAI MACAM AIR TERHADAP KUAT TEKAN DAN LENTUR BETON PERKERASAN KAKU”**. Shalawat dan salam kita haturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW semoga besok di hari akhir kita diberi syafaat beliau. Amin.

Pengambilan judul ini pada dasarnya dilakukan karena penulis ingin dapat mengetahui secara langsung proses dalam pembuatan beton mutu sedang dan dapat mengetahui pengaruh kekuatan beton dengan penggunaan dan perawatan berbagai macam air, serta hubungan kuat tekan dengan kuat lentur pada beton. Banyak hal yang perlu diperhatikan dalam pembuatan beton yang berkualitas baik, namun diharapkan nantinya dari hasil penelitian ini dapat menjadi suatu perbandingan atau sesuatu yang bermanfaat dalam konstruksi perkerasan kaku.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini masih banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan dalam pembuatan tesis ini dan semoga bermanfaat dalam aplikasi pekerjaan konstruksi.

Wassalamu'alaikumWr. Wb.

Pekanbaru, Desember 2019

**RUDI ISTANTO**  
NPM. 153 120 047

## UCAPAN TERIMA KASIH

**Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.**

Puji syukur keradirat Allah SWT atas limpahan nikmat dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan judul **“PENGARUH PENGGUNAAN DAN PERAWATAN BERBAGAI MACAM AIR TERHADAP KUAT TEKAN DAN LENTUR BETON PERKERASAN KAKU”**. Tesis ini disusun sebagai syarat menyelesaikan studi pada Magister Teknik Sipil Geoteknik dan Jalan Raya, pada Program Studi Magister Teknik Universitas Islam Riau. Selama menyelesaikan Tesis ini, penulis banyak menerima petunjuk, saran, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Sehubungan dengan hal tersebut penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Rektor Universitas Islam Riau
2. Dr. Ir. Saipul Bahri, M.Ec, selaku Direktur Program Pasca Sarjana
3. Dr. Anas Puri, S.T., M.T, selaku Ketua Program Studi Magister (S2) Teknik Sipil Universitas Islam Riau
4. Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT. I-PU, selaku Pembimbing Utama
5. Dr. Elizar, S.T., M.T, selaku Pembimbing Pendamping
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Pengajar, karyawan/ti Magister (S2) teknik Sipil Universitas Islam Riau
7. Direktur Utama, pimpinan dan staf laboratorium PT. Virajaya Riauputra di Pekanbaru
8. Orang tua Ibunda tercinta yang telah mengasuh dan mendidik penulis dengan segenap kemampuannya serta ketabahannya dan selalu memberikan dorongan moril maupun materil beserta iringan do'a yang tak henti-hentinya agar penulis bisa menyelesaikan tesis ini.
9. Istri Martyty Ananiza, S.Kom, ananda Ahmad Aqil Khawarizmi, Malikha Humaira, Asyqa Shaliha dan seluruh keluarga besar, serta teman – teman angkatan X Magister (S2) Teknik Sipil Universitas Islam Riau yang telah banyak memberikan doa dan dorongan kepada penulisan tesis ini

10. Saudara – saudara dan seluruh keluarga tercinta yang senantiasa mendoakan serta memberikan dukungan moril dan materil.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan nama satu persatu yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan tesis ini.

Semoga semua jasa dan pikiran yang telah bapak/ibu berikan akan dilimpahkan pahala berlipat ganda dari Allah SWT, Amin.

**Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.**

Pekanbaru, Desember 2019

**RUDI ISTANTO**  
NPM. 153 120 047

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
UCAPAN TERIMAKASIH .....	ii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
ABSTRAK.....	x
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Keaslian Penelitian .....	15
<b>BAB III. LANDASAN TEORI.....</b>	<b>16</b>
3.1 Perkerasan Kaku.....	16
3.2 Beton .....	16
3.3 Beton Normal .....	18
3.4 Semen Portland.....	19
3.5 Agregat .....	20
3.6 Air .....	23
3.7 Pemeriksaan dan Pengujian Material .....	25
3.8 Perancangan Beton .....	28
3.9 Faktor – factor yang menentukan Proporsi Campuran.....	29
3.10 Slump.....	31
3.11 Perawatan Beton.....	34
3.12 Metode Perawatan Beton.....	35
3.13 Kuat Tekan Beton.....	36

3.10	Kuat Tarik Lentur .....	37
<b>BAB IV.</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>40</b>
4.1	Umum .....	40
4.2	Lokasi Penelitian .....	40
4.3	Bahan.....	40
4.4	Peralatan Penelitian .....	41
4.5	Tahapan Penelitian .....	42
4.6	Prosedur Uji Tekan dengan Menggunakan Alat ( <i>Copression Machine</i> ).....	48
4.7	Prosedur Uji Lentur dengan alat ( <i>Bending Testing Machine</i> )	48
4.8	Cara Analisis .....	49
<b>BAB V.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>50</b>
5.1	Hasil Pemeriksaan Material.....	50
5.1.1	Hasil Pemeriksaan agregat Halus.....	50
5.1.2	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar.....	52
5.2	Rancangan Campuran Adukan Beton .....	55
5.3	Hasil Analisa Kuat Tekan Beton $f_c' = 30$ MPa.....	57
5.4	Hasil Analisa Kuat Lentur Beton .....	59
5.5	Perbandingan Kuat Tekan Penggunaan dan Perawatan .....	62
5.6	Perbandingan Kuat Lentur Penggunaan dan Perawatan.....	70
5.7	Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Lentur Beton .....	77
5.8	Korelasi Antara Hasil Peneliti dengan Peneliti Sebelumnya.	82
<b>BAB VI.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>84</b>
6.1	Kesimpulan.....	84
6.2	Saran.....	85
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	
	<b>LAMPIRAN.....</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 3.1	Jenis Semen Portland di Indonesia sesuai SII 0013-8 ..... 19
Tabel 3.2	Ketentuan Gradasi Agregat..... 21
Tabel 3.3	Ketentuan Mutu Agregat ..... 21
Tabel 3.4	Nilai – nilai Slump untuk berbagai pekerjaan Beton ..... 33
Tabel 5.1	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)..... 50
Tabel 5.2	Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Persentase Lolos Agregat Halus ..... 51
Tabel 5.3	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah Ukuran 2-3) ..... 52
Tabel 5.4	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah Ukuran 1-2) ..... 52
Tabel 5.5	Hasil Persentase Lolos Agregat Kasar 2/3..... 53
Tabel 5.6	Hasil Persentase lolos agregat kasar 1/2 ..... 54
Tabel 5.7	Proporsi campuran beton ( <i>Mix design</i> ) untuk tiap 1 m <sup>3</sup> ..... 56
Tabel 5.8	Hasil rancangan campuran Beton $f_c' = 30$ MPa ..... 56
Tabel 5.9	Hasil Uji Kuat Tekan Beton pada Penggunaan berbagai macam air . 57
Tabel 5.10	Hasil Uji Kuat Tekan Beton pada Perawatan berbagai macam air .... 58
Tabel 5.11	Hasil Uji Kuat Lentur Beton pada Penggunaan berbagai macam air. 60
Tabel 5.12	Hasil Uji Kuat Lentur Beton pada Perawatan berbagai macam air ... 61
Tabel 5.13	Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Air Laut dirawat dengan Air Tawar pada kuat tekan beton ..... 62
Tabel 5.14	Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Air Gambut dirawat dengan Air Tawar pada kuat tekan beton..... 63
Tabel 5.15	Perbandingan Perawatan Air Tawar dan Air Laut dengan penggunaan Air Tawar pada kuat tekan beton..... 65
Tabel 5.16	Perbandingan Perawatan Air Tawar dan Air Gambut dengan penggunaan Air Tawar pada kuat tekan beton..... 66
Tabel 5.17	Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Laut dengan penggunaan Air Tawar pada kuat tekan beton..... 67
Tabel 5.18	Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Gambut dengan penggunaan Air Tawar pada kuat tekan beton ..... 69



Tabel 5.19	Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Laut dirawat dengan Air Tawar pada kuat lentur beton.....	70
Tabel 5.20	Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Air Gambut dirawat dengan Air Tawar pada kuat lentur beton .....	71
Tabel 5.21	Perbandingan Perawatan Air Tawar dan Air Laut dengan penggunaan Air tawar pada kuat lentur beton.....	72
Tabel 5.22	Perbandingan Beton Perawatan Air Tawar dan Air Gambut dengan penggunaan Air tawar pada kuat lentur beton .....	74
Tabel 5.23	Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Laut dengan penggunaan Air tawar pada kuat lentur beton .....	75
Tabel 5.24	Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Gambut dengan penggunaan Air tawar pada kuat lentur beton.....	76
Tabel 5.25	Konstanta Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Umur 7 Hari .....	78
Tabel 5.26	Konstanta Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Umur 14 Hari .....	78
Tabel 5.27	Konstanta Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Umur 28 Hari .....	79
Tabel 5.28	Konstanta Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Umur 56 Hari .....	80
Tabel 5.29	Perbandingan Hasil Peneliti dengan Peneliti Sebelumnya .....	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 3.1 Struktur Beton Semen .....	16
Gambar 3.2 Hubungan kuat tekan dan faktor air semen (SNI 03-2834-1993).....	30
Gambar 3.3 Cetakan Slump Beton (SNI 1972 : 2008) .....	32
Gambar 3.4 Alat Uji Tekan .....	36
Gambar 3.5 Pengujian Kuat Tarik Lentur .....	38
Gambar 3.6 Cara pengujian kuat Lentur Beton .....	39
Gambar 4.1 Bagan Alir Perawatan Campuran Beton.....	44
Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian.....	47
Gambar 5.1 Grafik Gradasi Agregat Halus .....	51
Gambar 5.2 Grafik hasil gradasi agregat kasar batu pecah 2-3 .....	54
Gambar 5.3 Grafik hasil gradasi agregat kasar batu pecah 1-2 .....	55
Gambar 5.4 Kuat Tekan Beton pada Penggunaan bermacam air .....	58
Gambar 5.5 Kuat Tekan Beton pada Perawatan bermacam air .....	59
Gambar 5.6 Kuat Lentur Beton pada Penggunaan berbagai macam air.....	60
Gambar 5.7 Kuat Lentur Beton pada Perawatan berbagai macam air.....	61
Gambar 5.8 Perbandingan Kuat Tekan beton Penggunaan Air Tawar dan Air Laut .....	63
Gambar 5.9 Perbandingan Kuat Tekan Beton Penggunaan Air Tawar dan Air Gambut .....	64
Gambar 5.10 Perbandingan Kuat Tekan Beton Perawatan Air Tawar dan Air Laut .....	65
Gambar 5.11 Perbandingan Kuat Tekan Beton Perawatan Air Tawar dan Air Gambut .....	67
Gambar 5.12 Perbandingan Kuat Tekan Beton Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Laut .....	68
Gambar 5.13 Perbandingan Kuat Tekan Beton Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Gambut.....	69
Gambar 5.14 Perbandingan Kuat Lentur Beton Penggunaan Air Tawar dan Air Laut .....	71

Gambar 5.15 Perbandingan Kuat Lentur Beton Penggunaan Air Tawar dan Air Gambut .....	72
Gambar 5.16 Perbandingan Kuat Lentur Beton Perawatan Air Tawar dan Air Laut .....	73
Gambar 5.17 Perbandingan Kuat Lentur Beton Perawatan Air Tawar dan Air Gambut .....	74
Gambar 5.18 Perbandingan Kuat Lentur Penggunaan Air Tawar dan Perawatan air Laut.....	76
Gambar 5.19 Perbandingan Kuat Lentur beton Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Gambut.....	77
Gambar 5.20 Grafik Konstanta Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Penggunaan menurut bermacam air.....	81
Gambar 5.21 Grafik Konstanta Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Perawatan menurut bermacam air.....	82

## PENGARUH PENGGUNAAN DAN PERAWATAN BERBAGAI MACAM AIR TERHADAP KUAT TEKAN DAN LENTUR BETON PERKERASAN KAKU

Rudi Istanto<sup>1</sup>, Sugeng Wiyono<sup>2</sup>, Elizar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Riau

<sup>2</sup>Dosen Program Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Riau  
e-mail. rudiistanto@yahoo.com

### ABSTRAK

Kekuatan beton banyak dipengaruhi oleh sifat – sifat bahan pembentuknya seperti air, semen dan agregat. Disamping itu secara khusus beton juga dipengaruhi kondisi lingkungan, Air merupakan salah satu bahan yang sangat penting dalam campuran agregat, semen dan bahan tambah lain jika dibutuhkan agar terjadi proses kimiawi semen yang membentuk pasta sebagai pengikat agregat. Selain pemilihan jenis campuran air, salah satu cara untuk mendapatkan kualitas beton yang baik yaitu dengan cara melakukan perawatan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh air tawar, air laut dan air gambut sebagai air penggunaan dan perawatan beton serta mengetahui perbedaan kekuatan dari masing - masing air terhadap beton. Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan menggunakan jenis perawatan yaitu perendaman pada sampel beton, pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan dan kuat lentur dengan mutu rencana  $f_c$  30 MPa dengan umur 7, 14, 28 dan 56 hari

Mutu beton pada penelitian ini yaitu  $f_c' = 30$  MPa, perbandingan persentase kuat tekan pada beton dengan penggunaan Air Laut mengalami penurunan kekuatan pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari sebesar 6%, 6%, 19% dan 21%, sedangkan Air Gambut sebesar 24%, 26%, 24% dan 25% terhadap Penggunaan Air Tawar. Sedangkan untuk pengujian kuat lentur Perbandingan persentase kuat lentur beton dengan penggunaan Air Laut mengalami penurunan kekuatan pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari sebesar 7%, 5%, 5% dan 4%, sedangkan Air Gambut sebesar 13%, 15%, 13% dan 13% terhadap Penggunaan Air Tawar. Dari hasil pengujian tersebut kita dapat melihat bahwa pentingnya pemilihan penggunaan dan perawatan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang baik dan sesuai mutu rencana awal.

*Kata Kunci : Air, Perawatan, Kuat Tekan dan Kuat Lentur.*

## EFFECT USING AND CURING OF ANY WATER TOWARDS COMPRESSIVE AND FLEXURAL STRENGTH ON RIGID PAVEMENT

### Abstract

Strength of concrete much be affected by materials properties such as water, cement and aggregate. Then in specially a concrete also be affected by the environment condition. The water is one of materials that very important within mix concrete and additive if needed to occur chemical process which be shaping a pasta as aggregate binding. Besides choose several kinds of water, one of way to get the best quality concrete is curing.

This research has aim to know effects of fresh water, sea water and peat water as using water and curing the concrete and also to knows difference strength of each kinds water for concrete. This research used experiment method by type curing was soaking sample. Testing used was compressive strength and flexural strength test with concrete quality  $f_c$  30 MPA for in curing 7, 14, 28 and 56 days.

The quality concrete this research was  $f_c$  30 MPA, comparison percent of compressive strength concrete with sea water had decrease strength on 7, 14, 28 and 56 days of 6%, 6%, 19% and 21%. While to peat water of 24%, 26%, 24% and 25% toward used fresh water. To flexural strength test, comparison percent with used sea water had decrease strength on 7, 14, 28 and 56 days of 7%, 5%, 5% dan 4%. While to peat water of 13%, 15%, 13% and 13% toward used fresh water. From test result, we could look that so important to choose using and curing be done for getting the best result and agreeable in quality.

***Keywords: Water, Curing, Compressive Strength and Flexural Strength***

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Fungsi air di dalam adukan beton adalah untuk memicu proses kimiawi semen sebagai bahan perekat dan melumasi agregat agar mudah dikerjakan. Kualitas air yang digunakan untuk mencampur beton sangat berpengaruh terhadap kualitas beton itu sendiri. Air yang mengandung zat-zat kimia berbahaya, mengandung garam, minyak dan lain - lain akan menyebabkan kekuatan beton turun, pada umumnya air yang dapat diminum dapat digunakan sebagai campuran beton, ciri-ciri air yang baik untuk campuran beton adalah tidak berwarna , tidak berbau dan tidak berasa.

Dalam proses perawatan beton dengan air laut yang memiliki kandungan garam yang dapat menggerogoti kekuatan dan keawetan beton, hal ini disebabkan klorida (Cl) yang terdapat pada air laut yang merupakan garam yang bersifat agresif terhadap bahan lain termasuk beton. Air gambut adalah air permukaan yang mengandung senyawa zat organik terlarut yang menyebabkan air menjadi warna coklat yang bersifat asam.

Pembangunan jalan di Indonesia baik jalan arteria atau jalan kolektor banyak sekali menggunakan konstruksi jalan dengan perkerasan kaku, pada jenis perkerasan ini untuk menguji kekuatan perkerasan beton dilakukan uji kuat tekan dan kuat lentur. Penggunaan dan perawatan berbagai macam air diyakini memberikan pengaruh besar terhadap kuat tekan dan kuat lentur perkerasan beton.

Pada penelitian ini akan dibahas tentang pengaruh penggunaan dan perawatan berbagai macam air terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton, dalam penelitian ini durasi perawatan beton dengan menggunakan air tawar, air laut dan air gambut selama 7, 14, 28 dan 56 hari.

Dari hasil penelitian diharapkan dapat memberikan perbedaan pengaruh terhadap kuat tekan dan kuat lentur pada beton dari variasi perawatan menggunakan air tawar, air laut dan gambut.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Untuk memberi ruang lingkup yang jelas tentang masalah yang akan dibahas dalam penelitian, maka perlu perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan air laut dan air gambut, sebagai campuran dan perawatan terhadap kuat tekan dan lentur pada umur beton 7, 14, 28 dan 56 hari.
2. Berapakah Presentase perbandingan nilai kuat tekan dan lentur beton pada penggunaan air laut dan air gambut, sebagai campuran dan perawatan pada umur beton 7, 14, 28 dan 56 hari.
3. Bergaimana hubungan kuat tekan dengan kuat lentur beton Penggunaan dan perawatan pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan air laut dan air gambut, sebagai campuran dan perawatan terhadap kuat tekan dan lentur pada umur beton 7, 14, 28 dan 56 hari.

2. Untuk mengetahui Presentase perbandingan nilai kuat tekan dan lentur beton pada penggunaan air laut dan air gambut, sebagai campuran dan perawatan pada umur beton 7, 14, 28 dan 56 hari.
3. Mendapatkan hubungan kuat tekan terhadap kuat lentur dari penggunaan dan perawatan air tawar, air laut dan air gambut.

#### 1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini menjadi lebih sederhana, tetapi memenuhi persyaratan teknis maka perlu diambil beberapa batasan masalah diantaranya :

1. Mutu beton yang diteliti adalah mutu beton  $f_c' = 30$  Mpa
2. Agregat kasar dan halus yang digunakan berasal dari quarry danau bingkuang , hasil Stone Cruiser dari PT. Virajaya Riauputra
3. Semen yang digunakan adalah Semen Padang Type PCC.
4. Air yang digunakan untuk penggunaan dan perawatan beton merupakan Air Tawar sumur bor setempat sementara Air Laut yang didatangkan dari Sei. Pakning dan Air gambut didatangkan dari Rimbo Panjang.
5. Pengujian Air tidak dilakukan

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Memperdalam pengetahuan mengenai beton dan mengaitkannya dengan pengetahuan teori yang di peroleh.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi pelaku kontruksi untuk mengetahui kuat tekan dan kuat lentur pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari



dengan melakukan Penggunaan dan Perawatan dengan menggunakan air Tawar, Air Laut dan Air Gambut.



Dokumen ini adalah Arsip Miilik :  
**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Tinjauan pustaka memuat uraian sistematis tentang hasil – hasil penelitian yang didapat oleh peneliti terdahulu serta memiliki hubungan erat dengan penelitian yang akan dilakukandan. Teori – teori yang mendukung permasalahan dalam penelitian disajikan dalam bab ini. Pada penelitian ini dipergunakan tinjauan pustaka dari studi – studi yang pernah dilakukan sebelumnya yang bertujuan sebagai petunjuk atau sebagai perbandingan pada hasil penelitian. Beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan pada beton antara lain sebagai berikut ini :

Junaid (2014) telah melakukan penelitian tentang Studi Kekuatan Beton yang Menggunakan Air Laut Sebagai Air Pecampur pada Daerah Pasang Surut. Kebutuhan air bersih dalam kehidupan sehari-hari semakin meningkat namun potensi sumber air semakin kecil sehingga perlu memikirkan alternatif penggunaan air untuk pekerjaan konstruksi beton. Dalam kaitan ini, diadakan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan kuat tekan beton yang menggunakan air laut pada daerah pasang surut. Penelitian ini bersifat eksperimental yang membuat mix desain beton silinder ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Jumlah benda uji masing-masing 24 buah untuk beton yang menggunakan air laut dan beton yang menggunakan air tawar. Perawatan benda uji masing-masing terbagi menjadi empat variasi, yaitu pertama (beton air tawar) dilakukan curing air tawar sedangkan variasi kedua (beton air laut) dilakukan

curing air laut. Untuk variasi ketiga (beton air laut) dan variasi keempat (beton air tawar) dilakukan wet and dry curing dengan menggunakan air laut. Wet and dry curing yang dimaksud adalah dua hari perendaman dalam air laut kemudian disimpan pada tempat kering (suhu ruang) selama lima hari, dengan perendaman umur 3, 14, 28 dan 91 hari. Hasil penelitian menunjukkan beton air laut dengan curing basah air laut, menunjukkan nilai kuat tekan yang sama dengan beton air tawar dengan curing basah air tawar. Peningkatan kuat tekannya sebesar 0,9% dari kuat tekan beton air tawar umur 28 hari. Sedangkan pada pengujian dengan curing kering-basah air laut, nilai kuat tekan pada beton air laut menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan beton air tawar. Peningkatan kuat tekannya sebesar 2,75% dari kuat tekan beton air tawar dengan perawatan sama. Secara umum, beton dengan curing basah menunjukkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan beton dengan curing kering-basah (daerah pasang surut) menggunakan air laut. Penurunan kuat tekan beton air laut mencapai 4,09% dan kuat tekan beton air tawar mencapai 6,73% dari beton biasa.

Gultom (2017) telah melakukan penelitian tentang Kuat Tekan dan Perubahan Berat Beton OPC dan OPC Pofa dengan Menggunakan Air Gambut Sebagai Air Pencampur di Lahan Gambut. Gambut berasal dari timbunan bahan organik yang terbentuk secara alami dari pelapukan vegetasi tumbuhan. Pelapukan ini terjadi karena suasana anaerob dan basah dalam waktu yang lama. Berdasarkan tingkat kematangannya, gambut terbagi atas tiga jenis yaitu gambut matang (saprik), gambut setengah matang (hemik) dan gambut mentah (fibrik). Gambut saprik memiliki karakteristik melapuk lanjut dan berwarna kecoklatan tua

sampai hitam sedangkan gambut hemik masih setengah lapuk berwarna kecoklatan dan gambut fibrik belum lapuk dan masih bisa dikenali bahan aslinya (Permen No.14 Tahun 2009). Tujuan Penelitian ini mengkaji kuat tekan beton OPC dan OPC POFA dengan menggunakan air normal sebagai bahan pencampur dan curing di air normal serta menggunakan air gambut sebagai bahan pencampur dan curing di air. Substitusi 10% POFA dapat mengurangi serangan asam pada beton yang direndam di lahan gambut. Beton yang direndam di lahan gambut akan mengalami peningkatan perubahan berat hal tersebut karena serangan asam dapat menyebabkan terjadinya ekspansi beton sehingga volumenya meningkat. Kuat tekan beton OPC POFA G lebih rendah dari beton OPC G hal tersebut disebabkan serangan asam pada beton dapat menyebabkan ekspansi dan volume beton mengembang sedangkan pada beton OPC POFA G POFA memperlambat pembentukan silikat hidrat.

Wedhanto (2017), telah melakukan penelitian tentang Pengaruh Air Laut Terhadap Kekuatan Tekan Beton Terbuat dari Berbagai Tipe Semen yang Dijual di Toko Bangunan di Kota Malang. Telah melakukan penelitian, Secara teoritis pembuatan beton yang terkena pengaruh air laut disyaratkan menggunakan semen Tipe V. Di daerah Malang jenis semen ini tidak di jual di toko-toko bahan bangunan setempat. Dalam prakteknya orang menggunakan semen apapun yang dibeli di toko bahan bangunan; jenisnya ada tiga, yaitu semen Tipe II; setara dengan Tipe I; dan semen Tipe I. Tujuan penelitian, untuk mengetahui hasil penggunaan jenis-jenis semen yang dijual di toko bangunan di Malang untuk membuat beton yang terkena pengaruh air laut, dan jenis semen yang paling kuat

terhadap pengaruh air laut. Sampel menggunakan silinder beton ukuran standar, mutu  $f_c'=17$ ; tiap perlakuan menggunakan lima buah benda uji. Beton dibuat dari merk dan jenis semen yang dibeli di toko bangunan setempat, pencampuran menggunakan air tawar, perlakuan benda uji dengan merendam dalam air laut selama 7; 14; dan 28 hari. Pengujian ; menggunakan Universal Testing Machine kapasitas 100 ton, yang dilakukan setelah benda uji mencapai masing-masing umur perlakuan. Hasil kekuatan tekan beton digambar dalam bentuk grafik, sehingga kekuatan tekan beton pada masing-masing perlakuan dapat di evaluasi. Hasil penelitian: (1) selama tujuh hari direndam air laut, kekuatan tekan beton meningkat dengan cepat, tetapi jika direndam lebih lama kekuatannya cenderung turun; (2) beton yang relatif tahan terendam dalam air laut selama 28 hari adalah yang dibuat menggunakan jenis semen Tipe I.

fauzi (2013), telah melakukan penelitian tentang Analisa Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton dengan Perawatan Dalam Lumpur dan Air Laut. Beton merupakan suatu material yang secara harfiah menjadi kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur konstruksi yang semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman, maka dari itu pemilihan beton sebagai bahan baku utama konstruksi bangunan sangatlah penting. Lingkungan menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Termasuk didalamnya lingkungan lumpur dan lingkungan laut. Kontak dengan lumpur dan air laut tidak dapat dihindarkan apabila pekerjaan tersebut dilakukan di lingkungan pegunungan dan laut atau pantai. Kontak dengan lumpur dan air laut tidak hanya terjadi pada saat beton sudah jadi namun juga pada saat perawatannya (curing). Penelitian ini

bertujuan untuk mengetahui perubahan kuat tekan optimum dan kuat tarik optimum beton dengan perawatan dalam lumpur dan air laut terhadap beton dengan perawatan normal dengan durasi perendaman selama 28 hari. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, kuat tekan rata-rata dan kuat tarik rata-rata untuk beton dengan perawatan normal yaitu 21,989 MPa dan 2,951 MPa. Nilai kuat tekan rata-rata dan kuat tarik rata-rata beton dengan perawatan dalam lumpur yaitu 19,361 MPa dan 2,698 MPa atau terjadi penurunan 0,119% dan 0,0856% dari kuat tekan beton normal. Nilai kuat tekan rata-rata dan kuat tarik rata-rata beton dengan perawatan dalam air laut yaitu 18,021 MPa dan 2,506 MPa atau terjadi penurunan 0,180% dan 0,151% dari nilai kuat tekan dan kuat tarik beton normal.

Cicilia (2015), telah melakukan penelitian tentang Kuat Lentur Beton yang menggunakan Air Laut, Pasir Laut Dan Semen PCC. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur beton yang menggunakan air laut dan semen PCC. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat lentur beton dengan menggunakan air laut, pasir laut dan semen PCC, Material yang digunakan adalah semen portland komposit, batu pecah, pasir laut dan air laut yang bersumber dari pantai Barombong – Makassar dan superplasticizer berbasis polycarboxylate. Nilai faktor air semen yang digunakan adalah 42,5 % dengan jumlah air 135 L. Pengujian beton menggunakan metode kuat lentur berdasarkan hasil penelitian diperoleh kuat lentur beton rata-rata umur 7 dan 28 hari berturut-turut adalah 0,98 Mpa dan 1,31 Mpa. Hasil yang diperoleh memperlihatkan bahwa kuat lentur beton dari umur 7 ke 28 hari mengalami kenaikan sebesar

25% (Meningkat sebesar 0,33 Mpa). Hal ini juga menunjukkan bahwa tidak terjadi segregasi dan pasta semen dapat mengikat agregat dengan baik

Hunggurami (2014), tujuan penelitian adalah Pengaruh Masa Perawatan (Curing) Menggunakan Air Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Absorpsi Beton. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perawatan air laut terhadap kuat tekan beton dan absorpsi air laut pada beton. Dalam penelitian ini digunakan benda uji beton dengan variasi mutu beton normal yaitu 20 MPa, 25 MPa, dan 30 MPa dengan durasi perawatan 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Kuat tekan beton yang mengalami perawatan dengan air laut untuk masa perawatan 7 hari untuk mutu 20 MPa, 25 MPa, dan 30 MPa secara berturut-turut lebih tinggi 3,18%, 2,65%, dan 1,74% dari pada beton yang mengalami perawatan dengan air tawar, sedangkan untuk masa perawatan 14 hari kuat tekan beton yang mengalami perawatan dengan air laut untuk mutu 20 MPa, 25 MPa, dan 30 MPa secara berturut-turut lebih rendah 4,09%, 2,98%, dan 1,12% dari pada beton yang mengalami perawatan dengan air tawar, dan untuk masa perawatan 28 hari kuat tekan beton yang mengalami perawatan dengan air laut untuk mutu 20 MPa, 25 MPa, dan 30 MPa secara berturut-turut lebih rendah 4,31%, 3,56%, dan 2,85% dari pada beton yang mengalami perawatan dengan air tawar.

Burhan (2016) telah melakukan penelitian tentang Perilaku Melanik Beton Berongga Menggunakan Air Laut. World Health Organization (WHO) memperkirakan bahwa ketersediaan air bersih akan berkurang pada tahun 2050. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah alternatif penggunaan air laut sebagai bahan pencampur beton. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kuat tekan, tarik

belah dan modulus elastisitas beton berongga yang terbuat air laut dengan perlakuan curing air laut dan curing udara. Pengujian dilakukan dengan menggunakan silinder berukuran  $\varnothing 100$  mm x 200 mm pada umur 28 hari. Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan beton berongga curing air laut sebesar 8,73 MPa dan curing udara sebesar 9,75 MPa pada umur 28 hari. Kuat tarik belah beton berongga untuk curing air laut dan curing udara sebesar 1,88 Mpa dan 2,17 MPa pada umur 28 hari. Modulus elastisitas beton berongga pada umur 28 hari sebesar 8,436.61 MPa dan 11,441.88 MPa untuk curing air laut dan curing udara. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa beton berongga curing udara memiliki kuat tekan, tarik belah dan modulus elastisitas yang lebih besar dibandingkan dengan curing air laut

Alfajrizal (2018), telah melakukan penelitian tentang Kajian Perbandingan Pada Penggunaan Berbagai Merek Semen Terhadap Sampel Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Dengan Perawatan (*Curing*) Dan Tanpa Perawatan Pada Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*). Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang sesuai dengan SK SNI T-15-1990-03. Tujuan Penelitian adalah untuk mengetahui kuat tekan dan kuat lentur menggunakan 3 jenis merek semen yaitu semen Padang, semen Holcim dan semen Bosowa dengan menggunakan perawatan yaitu perendaman pada sampel beton, pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan dan kuat lentur dengan mutu rencana  $f_c$  30 MPa dengan umur 7, 14, 28, dan 56 hari, untuk masing-masing umur dibuat 3 benda uji dirawat dan 3 benda uji tidak dirawat, . Dari hasil uji kuat tekan rata-rata  $f_c$  30 MPa semen padang memiliki kekuatan 32,65 MPa, semen holcim 31,33



MPa dan semen bosowa 30,86 MPa. Sedangkan untuk perbandingan pengujian kuat tekan dan kuat lentur, beton yang dirawat menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan yang tidak dilakukannya perawatan, dari hasil perbandingan tersebut menunjukkan keunggulan pada semen padang dibandingkan dengan merek semen holcim dan semen bosowa, dengan memiliki nilai tertinggi semen padang juga mendapatkan rasio kehilangan kekuatan tertinggi terhadap sampel yang tidak dirawat. Prilaku tersebut menunjukkan bahwa semen padang memiliki sensitifitas terhadap perawatan yang diberikan, sementara untuk semen bosowa memiliki kekuatan yang tinggi diawal - awal umur, dan untuk semen holcim relatif stabil seiring dengan bertambahnya umur. Dari hasil pengujian tersebut kita dapat melihat bahwa pentingnya pemilihan merek semen dan perawatan yang dilakukan untuk mendapatkan hasil yang baik dan sesuai mutu rencana awal.

Zulhendri (2018) telah melakukan penelitian tentang Kajian Perbandingan Penggunaan Berbagai Merek Semen Terhadap Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Perkerasan Kaku. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana kualitas tiga merek semen yaitu Semen Padang, Semen Holcim dan Semen Conch terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu suatu metode yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan secara langsung untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menghubungkan antara variabel yang diselidiki. Pada penelitian ini eksperimen dilakukan di laboratorium pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian bahan, pengujian kuat tekan dengan menggunakan alat uji tekan beton (Compression Testing Machine)

dan pengujian kuat lentur dengan menggunakan alat uji (Bending testing Machine). Hasil pengujian kuat tekan Semen Padang lebih unggul dari pada semen lainnya, dan ternyata ada hubungan antara kuat tekan dengan kuat lentur didapat hasil uji kuat lentur Semen Padang konsisten unggul daripada semen lainnya. Dan terdapat perilaku berbeda antara tiga merek semen dalam hal konstanta (K), konstanta uji lebih tinggi dibanding konstanta empiris. Penelitian interface zone (bentuk keruntuhan) benda uji silinder dan balok Semen holcim paling banyak material lepasnya dibanding dengan semen lainnya. Hal ini mungkin disebabkan kuat ikat Semen Holcim lebih rendah dari Semen Conch dan Semen Padang. Pada benda uji silinder material lepas lebih banyak dibanding material patahnya dibanding benda uji lentur untuk semua merek semen.

Syarkawi (2018) telah melakukan penelitian tentang Perbandingan Penggunaan Berbagai Merek Semen Terhadap kuat Tekan Bebas (UCS) Material Ringan Mortar Busa Pada Lapis Pondasi Bawah Perkerasan Jalan. Tujuan penelitian adalah Untuk mengetahui kuat tekan bebas rata-rata material ringan mortar busa pada umur 3, 7, 14, 21 dan 28 hari. Material ringan mortar busa (campuran antara pasir, *foaming agent*, semen dan air) merupakan salah satu alternatif terpilih dengan berat isi yang ringan yaitu  $0,6 - 0,8 \text{ t/m}^3$  akan mengurangi tegangan tanah dasar yang lunak, mengurangi besarnya penurunan karena bersifat kaku menyerupai beton. Pasir yang digunakan sebagai campuran untuk material ringan mortar busa adalah pasir dari Danau Binguang Kabupaten Kampar, yang mana mempunyai berat jenis sebesar  $2,58 \text{ gr/cc}$ , berat jenis SSD sebesar  $2,60 \text{ gr/cc}$ , berat jenis semu  $2,64 \text{ gr/cc}$ , serta tingkat penyerapan air

sebesar 0,81%. Dan semen yang digunakan bersumber dari beberapa merek semen yang beredar bebas di Provinsi Riau. Dari data hasil pengujian diperoleh rerata nilai UCS untuk masing-masing merek semen pada umur 28 hari yaitu semen Bosowa sebesar 9,33 kg/cm<sup>2</sup>, semen Conch sebesar 12,32 kg/cm<sup>2</sup>, semen Garuda sebesar 7,51 kg/cm<sup>2</sup>, semen Padang sebesar 10,91 kg/cm<sup>2</sup> dan semen Tiga Roda sebesar 14,41 kg/cm<sup>2</sup>.

Hermanto (2019) telah melakukan penelitian tentang Pengaruh Pemakaian Jenis Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Bebas Material Ringan Mortar Busa Sebagai Bahan Penganti Urugan Pilihan Pada Konstruksi Jalan. Masalah Utama yang sering ditemukan pada tanah lunak dan gambut adalah masalah kestabilan dan penurunan (*settlement*). Penelitian ini untuk mengetahui perbandingan kuat tekan bebas mortar busa dengan menggunakan beberapa variasi jenis agregat halus. Pasir yang dipakai adalah pasir sungai Danau Bingkuang, pasir sungai Teratak Buluh, pasir sungai Tembilahan, pasir darat/cuci Kulim Pekanbaru dan pasir laut Tjg. Balai Karimun. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total benda uji 125 buah. Benda uji yang digunakan adalah silinder beton 10 cm x 20 cm. pelaksanaan pengujian mengikuti petunjuk teknis yang dikeluarkan oleh Pusjatan Kementerian PUPERA. Mutu mortar busa direncanakan untuk pondasi sub base  $f_c = 800$  kPa. Uji kuat tekan bebas dilakukan pada umur benda uji 3,7,14,21 dan 28 hari. Dari hasil penelitian didapat Angka pori rata-rata mortar busa yang terbesar adalah yang menggunakan pasir darat/cuci Kulim 0,246 dan yang terkecil pasir laut Tjg. Balai Karimun 0,113. Kuat tekan mortar busa naik seiring pertambahan umur yang tertinggi pada umur 28 hari adalah yang

menggunakan pasir sungai teratak buluh 11,65 kg/cm<sup>2</sup> dan yang terendah pasir darat Kulim 3,31 kg/cm<sup>2</sup>. Mortar busa yang memakai jenis semen PCC lebih tinggi kuat tekan bebasnya daripada jenis semen OPC disemua umur antara 8-31%. Kuat tekan bebas mortar busa yang dirawat lebih tinggi daripada yang tidak di rawat hamper disemua umur antara 4-18%. Nilai modulus elastisitas umur 28 hari yang tertinggi adalah mortar busa yang memakai pasir sungai Danau Bingkuang 4.365,8 kg/cm<sup>2</sup> dan yang terendah adalah pasir darat/cuci Kulim 1.323,6 kg/cm<sup>2</sup>. Pasir sungai teratak buluh dan pasir sungai Danau Bingkuang bias dipakai sebagai campuran material ringan mortar busa, sedangkan pasir sungai Tembilahan, pasir darat/cuci Kulim Pekanbaru dan pasir laut Tj. Balai karimun tidak bisa dipaka karena hasil uji kuat tekan bebasnya tidak memenuhi spesifikasi Pusjatan Kementerian PUPERA yakni dibawah 800 kPa pada umur 14 hari.

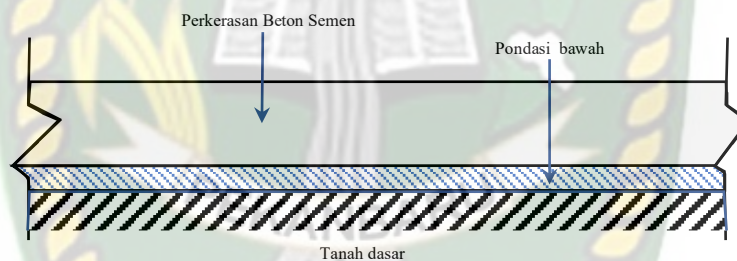
## 2.2 Keaslian Penelitian

Setiap objek penelitian memiliki sisi permasalahan yang berbeda. Pada penelitian ini terdapat perbedaan penggunaan jenis perawatan yang digunakan seperti perawatan dengan air bersih, air laut dan air gambut, lokasi penelitian, jenis pekerjaan, waktu pelaksanaan dan material yang digunakan dalam penelitian. Peneliti melakukan pengujian kuat tekan dan lentur beton dan perbandingan kuat lentur beton pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari.

## BAB III LANDASAN TEORI

### 3.1. Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku atau beton semen adalah suatu konstruksi perkerasan dengan bahan baku agregat dan menggunakan semen sebagai bahan ikatnya terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. (Mulyono, 2004) Struktur perkerasan beton semen secara tipikal sebagaimana terlihat pada Gambar 3.1 :



Gambar 3.1 Struktur Beton Semen (Bina Marga, 2003)

Gambar 3.1 perkerasan beton semen terletak pada permukaan akhir yang mempunyai daya dukung diperoleh dari pelat beton tersebut. Sifat, daya dukung dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar air pemadatan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan (Perencanaan perkerasan jalan beton semen, Bina Marga, 2003).

### 3.2. Beton

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunannya yang terdiri dari bahan semen hidolik (*Portland cement*), agregat halus, air dan bahan tambahan

(*admixtur atau additive*). Untuk mengetahui dan mempelajari elemen gabungan (*bahan-bahan penyusun beton*), kita memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen (Mulyono, 2004).

Beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu pecah atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar disebut sebagai bahan susun kasar campuran merupakan komponen utama beton (Dipohusodo, 1990).

Defenisi beton menurut (SK SNI T-15-1990-03) adalah campuran antara semen *Portland* atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan membentuk masa padat.

Beton merupakan bahan bangunan yang berasal dari pencampuran bahan susun agregat kasar dan agregat halus yang diikat oleh reaksi antara air dan semen. Campuran beton apabila dituangkan cetakan kemudian di biarkan maka akan mengeras seperti batuan. Pengerasan ini terjadi kerana reaksi kimia antara air dan semen yang berlangsung cukup lama serta mengikat material yang ada didalam campuran beton tersebut sehingga campuran ini Akan bertambah keras setara dengan umurnya. Dalam adukan beton, air dan semen membentuk pasta yang disebut pasta semen, selain mengisi pori-pori diantara butiran-butiran agregat halus juga sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat maka terbentuklah masa yang kompak atau padat (Tjokrodilmuljo, 1992).

### 3.3. Beton Normal

Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi (2200 – 2500) kg/m<sup>3</sup> menggunakan agregat alam yang dipecah. Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal meliputi persyaratan umum dan persyaratan teknis perencanaan proporsi campuran beton untuk digunakan sebagai salah satu acuan bagi para perencana dan pelaksana dalam merencanakan proporsi campuran beton tanpa menggunakan bahan tambah untuk menghasilkan mutu beton sesuai dengan rencana. Untuk pembuatan dan pelaksanaan campuran beton ini berpedoman pada SNI 03-2834-2000 tentang Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal dan Spesifikasi Umum bina marga tahun 2010 *revisi*3.

Acuan untuk menentukan proporsi campuran beton yang direncanakan dalam SNI-03-2834-2000 sebagai berikut :

1. SNI-03-1750-1990, Mutu dan Cara Uji Agregat Beton
2. SNI-15-2049-1994, Semen Portland
3. SK SNI S-04-1989-F, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)
4. SNI-03-2914-1992, Spesifikasi Beton Tahan Sulfat.
5. SNI-03-2915-1992, Spesifikasi Beton Bertulang Kedap Air
6. American Concrete Institute (ACI) – 1995, Design of Normal Concrete Mixes, Building Code Requirements for Reinforced Concrete
7. British Standard Institution (BSI) – 1973, Specification for Aggregates from Natural Sources for Concrete, (Including Granolithic), Part 2 Metric Units.

8. Development of the Environment (DOE) 1975, Design of Normal Concrete Mixes, Building Research Establishment.

### 3.4. Semen Portland

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambahan (*PUBI-1982, dalam Tjokrodimuljo, 1996*). Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang padat dan juga untuk mengisi rongga-rongga antar butir agregat. Empat unsur yang paling penting dalam semen adalah :

1. *Trikalsium silikat* ( $C_3S$ ) atau  $3CaO.SiO_3$
2. *Dikalsium silikat* ( $C_2S$ ) atau  $2CaO.SiO_2$
3. *Trikalsium aluminat* ( $C_3A$ ) atau  $3CaO.Al_2O_3$
4. *Tetrakalsium aluminoforit* ( $C_4AF$ ) atau  $4CaO.Al_2O_3.FeO_2$

Semen Portland yang dipakai harus memenuhi SNI-15-2049-1994 tentang semen portlan. Jenis semen Portland yang ada di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 3.1 :

Tabel 3.1. Jenis Semen Portland di Indonesia sesuai SII 0013-81

Jenis semen	Karakteristik umum
Jenis I	Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti disyaratkan pada jenis- jenis lain
Jenis II	Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang
Jenis III	Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi
Jenis IV	Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah
Jenis V	Semen portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat

(*Tjokrodimuljo, 1996*)



Tabel 3.1 pada Semen jenis I untuk Karakteristik Umum Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti disyaratkan pada jenis – jenis lain. Semen Jenis I ini bisa dipakai pada perencanaan jalan yang menggunakan konstruksi Perkerasan Beton Semen.

### 3.5. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini menempati sebanyak 60 % - 80 % dari volume mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton. Berdasarkan ukuran besar butirnya, agregat yang dipakai dalam adukan beton dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

Agregat halus harus terdiri dari bahan yang bersih, keras, butiran yang tak dilapisi apapun dengan mutu yang seragam dan harus mempunyai ukuran yang lebih kecil dari ayakan ASTM No. 4 (4,75 mm) serta sekurang – kurangnya terdiri dari 50% (terhadap berat) pasir alam (*Spesifikasi umum 2010 revisi3*). Pasir sebagai bahan pembentuk mortar bersama semen dan air, berfungsi mengikat agregat kasar menjadi satu kesatuan yang kuat dan padat (*Tjokrodimuljo,1996*).

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm – 40 mm (*SNI 03-2834-2000*). Sifat dari agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek-efek merusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik

dengan semen (Tjokrodimuljo,1996). Gradasi agregat kasar dan halus harus memenuhi ketentuan spesifikasi umum 2010 revisi3 dan susunan butiran agregat dapat dilihat pada Tabel 3.2 :

Tabel 3.2. Ketentuan Gradasi Agregat

Ukuran Ayakan		Persen Berat Yang Lolos Untuk Agregat						
Inchi (Inc)	Standar (mm)	Halus	Kasar			Gabungan		
			Ukuran nominal maksimum 1 ½ in (40 mm)	Ukuran nominal maksimum ¾ in (20 mm)	Ukuran nominal maksimum 3/8 in (10 mm)	Ukuran nominal maksimum 1 ½ in (40 mm)	Ukuran nominal maksimum ¾ in (20 mm)	Ukuran nominal maksimum 3/8 in (10 mm)
2	50,0		100	-	-	100	-	-
1 ½	37,5		85 – 100	100	-	95 – 100	100	-
¾	20,0		0 – 25	85 – 100	-	45 – 80	95 – 100	-
½	14,0		-	0 – 70	100	-	-	100
3/8	10,0	100	0 – 5	0 – 25	85 – 100	-	-	95 – 100
3/16	5,0	89 – 100		0 – 5	0 – 25	25 – 50	35 – 55	30 – 65
No.8	2,36	60 – 100			0 – 5	-	-	20 – 50
No.16	1,18	30 – 100				-	-	15 – 40
No.30	0,60	15 – 100				8 – 30	10 – 35	10 – 30
No.50	0,30	5 – 70				-	-	5 – 15
No.100	0,15	0 – 15				0 – 8*	0 – 8*	0 – 8*

(Spesifikasi umum 2010 revisi3)

Tabel 3.2 menunjukkan untuk agregat halus menggunakan ukuran ayakan dari ukuran 0.15 mm sampai dengan 10 mm. Sedangkan pada agregat kasar ukuran ayakan yang dipakai sesuai dengan ukuran nominal agregat yang akan digunakan. Agregat yang digunakan harus bersih, keras, kuat yang diperoleh dari pemecahan batu atau koral, atau dari penyaringan dan pencucian (jika perlu), kerikil dan pasir sungai. Agregat harus bebas dari bahan organik dan ketentuan mutu agregat dapat dilihat pada Tabel 3.3 :

Tabel 3.3. Ketentuan Mutu Agregat

Sifat -sifat	Metode Pengujian	Batas Maksimum yang diizinkan untuk Agregat	
		Halus	Kasar
Keausan agregat dengan mesin Los Angeles	SNI 2417:2008	-	40%

Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium sulfat atau magnesium sulfat	SNI 3407:2008	10% - Natrium	12% - Natrium
		15% - Magnesium	18% - Magnesium
Gumpalan lempung dan partikel yang mudah pecah	SNI 03-4141-1996	3%	2%
Bahan yang lolos saringan No. 200	SNI 03-4142-1996	5% untuk kondisi umum, 3% untuk kondisi permukaan terabrasi	1%

(Spesifikasi Umum 2010 revisi3)

Tabel 3.3 menunjukkan sifat keausan (*abrasi*) agregat kasar maksimum 40% yang mengacu pada SNI 2417:2008, sedangkan untuk sifat keausan agregat halus tidak dipersyaratkan. Untuk kadar lempung pada agregat kasar maksimum 2%, sedangkan pada agregat halus maksimum 3%.

Bentuk dari partikel agregat dapat mempengaruhi kebutuhan air, *workability*, kemampuan untuk diangkut (*mobility*), *bleeding*, kemampuan untuk membentuk hasil akhir yang baik (*finishability*) dan kekuatan. Partikel yang lebih bulat (*rounded*) memberikan *workability* yang lebih baik dibandingkan dengan partikel yang bentuknya pecah atau bersudut. Hal ini disebabkan karena sedikitnya bidang kontak antar partikel yang dialami oleh partikel bulat, sehingga gaya gesek antar partikel menjadi lebih kecil dan aliran campuran beton menjadi lebih mudah.

Bentuk agregat juga mempengaruhi kuat tekan pada beton. Campuran yang menggunakan agregat dengan bentuk pecah dan bersudut akan menghasilkan beton dengan kekuatan yang lebih tinggi karena kekuatan ikatan antar partikelnya

besar. Kekuatan ikatan yang besar tersebut dikarenakan bidang kontak antara partikel dengan pasta yang besar.

### 3.6. Air

Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat, agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang memenuhi persyaratan bahan bangunan, memenuhi syarat untuk bahan campuran beton.

Kekuatan beton dan daya tahannya berkurang jika air mengandung kotoran. Pengaruh pada beton diantaranya pada lamanya waktu ikatan awal adukan beton, serta kekuatan betonnya setelah mengeras. Air yang berlumpur terlalu banyak dapat diendapkan dulu sebelum dipakai, dalam kolam pengendap. Adanya garam-garam, timah, seng, tembaga dan timah hitam dengan jumlah cukup besar pada air adukan akan menyebabkan pengurangan kekuatan beton.. (Tjokrodilmuljo, 1997). Secara umum pemakaian air untuk beton harus memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Air harus bersih
- b. Tidak mengandung lumpur (endapan atau benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
- c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- d. Tidak mengandung Chlorida ( $Cl$ ) lebih dari 0,5 gram/liter.
- e. Tidak mengandung senyawa sulfat ( $SO_4$ ) lebih dari 1 gram/liter.

Kekuatan beton dan daya tahannya berkurang jika air mengandung kotoran. Pengaruh pada beton diantaranya pada lamanya waktu ikatan awal serta kekuatan beton setelah mengeras. Adanya lumpur dalam air diatas 2 gram/liter dapat mengurangi kekuatan beton. Air dapat memperlambat ikatan awal beton sehingga beton belum mempunyai kekuatan dalam umur 2-3 hari. *Sodium karbonat* dan *potasium* dapat menyebabkan ikatan awal sangat cepat dan konsentrasi yang besar akan mengurangi kekuatan beton (Tjokrodinuljo,1996).

1. Air Tawar (*Air bersih*)

Air tawar ialah air yang tidak berasa lawan dari air asin, merupakan air yang tidak mengandung banyak larutan garam dan larutan mineral di dalamnya. Saat menyebutkan air tawar, orang biasanya merujuk ke air dari sumur, danau, sungai, salju, atau es. Air tawar juga berarti air yang dapat dan aman untuk dijadikan minuman bagi manusia. (sumber: wikipedia)

2. Air Laut

Air Laut merupakan campuran dari 96,5 % air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garaman, garan utama yang terdapat dalam air laut adalah klorida (55%), natrium (31%), sulfat (8%), magnesium (4%), kalsium (1%), potasium (1%) dan sisanya (kurang dari 1%) terdiri dari bikarbonat, bromide, asam borak, stratum dan florida (Hidayat, 2011:3). Kandungan klorida (Cl) yang begitu tinggi pada air laut merupakan garam yang bersifat agresif terhadap beton. Kandungan garam di setiap laut berbeda kandungannya. Laut yang paling tawar adalah di timur teluk finlandia dan di utara teluk bothania, keduanya merupakan bagian dari laut baltik. Laut yang paling asin adalah laut merah.

Air laut memiliki kadar garam karena bumi dipenuhi dengan garam mineral yang terdapat di dalam batu-batuan dan tanah. Contohnya Natrium, Kalium, Kalsium, dll. Apabila air sungai mengalir ke lautan, air tersebut membawa garam.

### 3. Air Gambut

Air gambut adalah air permukaan atau air tanah yang banyak terdapat di daerah pasang surut, berawa dan dataran rendah, berwarna merah kecoklatan, berasa asam (tingkat keasaman tinggi) dan memiliki kandungan organik tinggi. Gambut sendiri didefinisikan sebagai material organik yang terbentuk dari dekomposisi tidak sempurna dari tumbuhan daerah basah dan dalam kondisi sangat lembab serta kekurangan oksigen. Air gambut secara umum tidak memenuhi persyaratan kualitas air bersih yang distandarkan oleh Departemen Kesehatan RI. (*Rustanti, 2008*).

### 3.7. Pemeriksaan dan Pengujian Material

Pemeriksaan dan Pengujian material dilakukan dilaboratorium dengan menentukan jenis Agregat kasar dan Agregat Halus sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan. Adapun tahapan – tahapan yang harus dilakukan antara lain :

#### 1. Analisa Saringan

Analisa saringan adalah suatu usaha untuk mendapatkan distribusi ukuran butir agregat dengan menggunakan analisis saringan (*Sumber SK SNI 03-3423-1994*). Analisa saringan agregat ialah penentuan persentase berat butir agregat yang lolos dari saringan agregat yang satu dengan saringan agregat yang lain, kemudian data yang dapat digambarkan pada grafik pembagian butir. Untuk menghitung persentase (%) tertahan agregat pada Analisa saringan dapat dihitung

dengan Persamaan (3.1) :

$$\text{Persentase (\%)} \text{ tertahan} = \frac{\text{Jumlah berat tertahan}}{\text{Berat bahan kering}} \times 100 \dots\dots\dots(3.1)$$

Dari Persamaan (3.1) menghitung persentase (%) tertahan adalah jumlah berat tertahan dibagi berat bahan kering. Hasil dari perhitungan analisa saringan persentase (%) tertahan dimasukkan ke tabel grafik gradasi sesuai persyaratan yang ditentukan oleh spesifikasi umum 2010 *revisi3*. Untuk menghitung persentase (%) lolos agregat pada Analisa saringan dapat dihitung dengan Persamaan (3.2) :

$$\text{Persentase (\%)} \text{ lolos} = 100\% - \text{Persentase (\%)} \text{ tertahan} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dari persamaan (3.2) menghitung persentase (%) lolos adalah 100% dikurangi persentase (%) tertahan agregat. Hasil dari perhitungan analisa saringan persentase (%) lolos juga dimasukkan ke tabel grafik gradasi sesuai persyaratan yang ditentukan oleh spesifikasi umum 2010 *revisi3*.

## 2. Pemeriksaan Berat Jenis

Pengujian berat jenis ini dilaksanakan dengan tujuan sebagai pegangan dalam pengujian untuk mencari angka berat jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh dan berat jenis semu serta besarnya angka penyerapan (Sumber SNI 03-4142-1996). Perhitungan berat jenis dan penyerapan agregat dapat dihitung dengan Persamaan (3.3) :

$$\text{Berat jenis (bulk)} : \frac{Bk}{Bj - Ba} \dots\dots\dots(3.3)$$

Persamaan (3.3) untuk menghitung berat jenis (*bulk*) yaitu berat benda uji kering oven dibagi dengan pengurangan berat benda uji kering oven dengan berat

benda uji kering permukaan jenuh. Untuk menghitung berat jenis permukaan jenuh dihitung dengan Persamaan (3.4) :

$$\text{Berat jenis permukaan jenuh} : \frac{B_j}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(3.4)$$

Persamaan (3.4) adalah berat benda uji kering oven ( $B_j$ ) dibagi dengan pengurangan berat benda uji kering oven ( $B_j$ ) dengan berat benda uji kering permukaan jenuh ( $B_a$ ) yang menghasilkan berat jenis permukaan jenuh. Untuk menghitung berat jenis semu (apparent) dihitung dengan Persamaan (3.5) :

$$\text{Berat jenis Semu (apparent)} : \frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots(3.5)$$

Persamaan (3.5) adalah berat benda uji kering permukaan ( $B_k$ ) dibagi pengurangan berat benda uji kering oven ( $B_j$ ) dengan berat benda uji kering permukaan jenuh ( $B_a$ ). Untuk menghitung penyerapan (*absorption*) dapat dihitung dengan Persamaan (3.6) :

$$\text{Penyerapan (absorption)} : \frac{B_j - B_k \times 100}{B_k} \dots\dots\dots(3.6)$$

Persamaan (3.6) adalah berat benda uji kering oven ( $B_j$ ) dikurangi berat benda uji kering permukaan ( $B_k$ ) dikali seratus dibagi dengan benda uji kering permukaan ( $B_k$ ) yang mendapatkan hasil penyerapan agregat.

Dimana untuk satuan untuk perhitungan setiap persamaan menggunakan satuan gram (*gr*) pada keterangan dibawah ini :

$B_j$  = Berat benda uji kering oven (gr)

$B_k$  = Berat benda uji kering permukaan (gr)

$B_a$  = Berat benda uji kering permukaan jenuh (gr)



### 3. Pengujian Abrasi

Menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan mempergunakan mesin Abrasi Los Angeles dan mengetahui angka keausan tersebut, yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lolos saringan No. 12 (1,7 mm) terhadap berat semula, dalam persen. Banyak objek bangunan sipil yang sangat dipengaruhi oleh kondisi agregat, terutama pada tingkat keausan agregat. Contohnya pada pekerjaan jalan, baik yang perkerasan kaku (rigid pavement) ataupun perkerasan lentur (*flexible pavement*), agregat akan mengalami proses lainnya seperti pemecahan, pengikisan akibat cuaca, pengikisan ketika pencampuran dan akibat penghamparan dan pemadatan.

Pada konstruksi pekerjaan jalan, penggunaan agregat yang tidak memenuhi syarat keausan akan mengakibatkan terganggunya kestabilan konstruksi perkerasan dan terganggunya pelekatan aspal terhadap agregat. Uji keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles dapat dilakukan dengan 500 atau 1000 putaran dengan kecepatan 30-33 rpm. Keausan pada 500 putaran menurut PB-0206-76 manual pemeriksaan bahan jalan, maksimum adalah 40%.

#### **3.8. Perancangan Beton (*Mix Desain*)**

Perancangan campuran beton (*Mix desain*) bermaksud untuk memenuhi komposisi dan proporsi bahan penyusun beton. Hal ini dilakukan agar proporsi campuran dapat memenuhi syarat teknis dan ekonomis. Kriteria dasar perancangan beton adalah kekuatan tekan dan hubungannya dengan faktor air semen yang digunakan. Pada dasarnya perancangan campuran dimaksudkan untuk mendapatkan proporsi campuran yang optimum dengan kekuatan yang

maksimum. Perencanaan campuran beton (*mix design*) adalah suatu langkah yang sangat penting dalam pengendalian mutu beton. Campuran yang salah akan mempengaruhi kemudahan pelaksanaan maupun performa beton dalam pemakaian. Adukan Beton direncanakan sedemikian rupa sehingga beton yang dihasilkan dapat dengan mudah dikerjakan dengan biaya yang serendah mungkin.

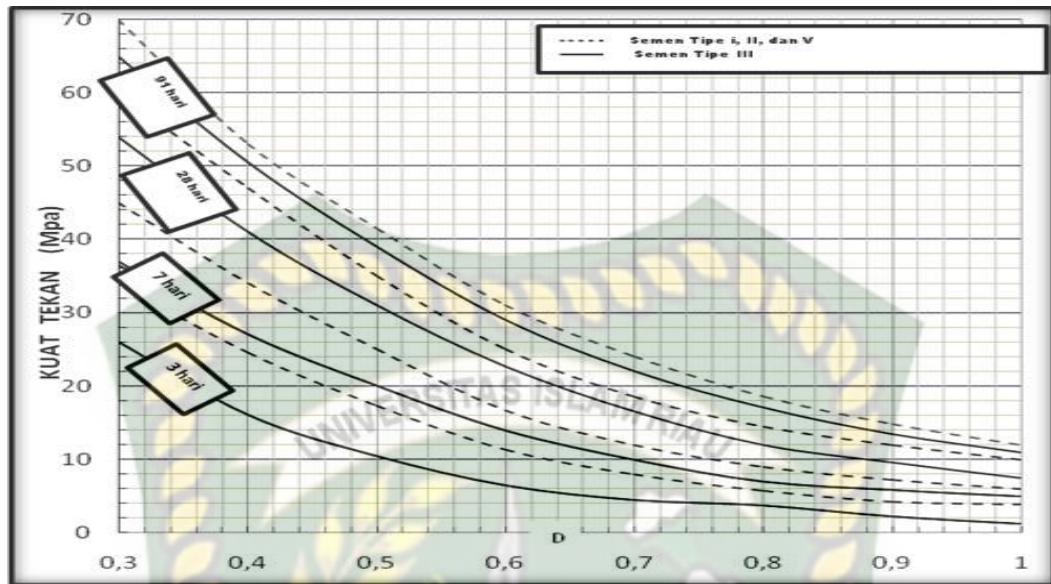
Beton harus mempunyai workabilitas yang tinggi, memiliki sifat kohesi yang tinggi saat dalam kondisi plastis (*belum mengeras*), sehingga beton yang dihasilkan cukup kuat dan tahan lama. Adukan (*campuran*) beton harus mempertimbangkan lingkungan di mana beton tersebut akan berdiri, misalnya di lingkungan tepi laut, atau beban-beban yang berat, atau kondisi cuaca yang ekstrim.

### **3.9. Faktor – faktor yang menentukan Proporsi Campuran**

Komposisi dan proporsi campuran dari bahan - bahan penyusun beton ini diketahui melalui sebuah perancangan beton (*Mix design*). Komposisi dan proporsi bahan serta berat penakaran harus ditentukan sesuai dengan (*Sumber SNI 03-2834-2000*). Dimana nilainya ditentukan oleh factor-faktor berikut:

#### **1. Faktor Air Semen (FAS)**

Nilai perbandingan air terhadap semen atau yang disebut faktor air-semen (*fas*) mempunyai pengaruh yang kuat secara langsung terhadap kekuatan beton. Harus dipahami secara umum bahwa semakin tinggi nilai (*fas*) semakin rendah mutu kekuatan beton. Umumnya nilai faktor air semen minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 :



Gambar 3.2 Hubungan kuat tekan dan faktor air semen (SNI 1993)

Gambar 3.2 merupakan pemilihan faktor air semen (*fas*) yang diperlukan untuk mencapai kuat tekan rata-rata yang direncanakan berdasarkan hubungan kuat tekan dan factor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan.

## 2. Tipe Semen

Penggunaan tipe semen yang berbeda, yaitu semen Portland tipe I, II, IV dengan semen Portland yang memiliki kekuatan awal yang tinggi (tipe III) akan memerlukan nilai faktor air-semen yang berbeda.

## 3. Keawetan (*durability*)

Pertimbangan keawetan akan memerlukan nilai-nilai kekuatan minimum, factor air-semen maksimum, dan kadar semen minimum.

## 4. Workabilitas dan Jumlah Air (*Slump*)

Sesuai Spesifikasi Teknis Bina Marga 2010 (Revisi 3), Konsistensi beton harus ditentukan dengan mengukur slump sesuai dengan SNI 1972 : 2008. Penyedia jasa harus mengusulkan slump untuk setiap campuran beton dengan rentang :

- a. 20 – 50 mm untuk beton yang akan dibentuk dengan acuan berjalan (*slipform*)
- b. 50 – 75 mm untuk beton yang akan dihampar secara manual (*acuan-tetap*).

Pengukuran *slump* harus segera dilakukan dengan cara mengukur tegak lurus antara tepi atas cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti dilakukan dua kali pemeriksaan dengan adukan yang sama dan dilaporkan hasil rata - rata. Pengambilan benda uji harus dari contoh beton segar yang mewakili campuran beton.

#### 5. Pemilihan Agregat

Ukuran maksimum agregat ditetapkan berdasarkan pertimbangan ketersediaan material yang ada.

#### 6. Kadar Semen

Kadar semen yang diperoleh dari hasil perhitungan rancangan selanjutnya dibandingkan dengan ketentuan kadar semen minimum berdasarkan pertimbangan durabilitas, dan dibandingkan juga dengan batas kadar semen maksimum untuk mencegah terjadinya retak akibat panas hidrasi yang tinggi.

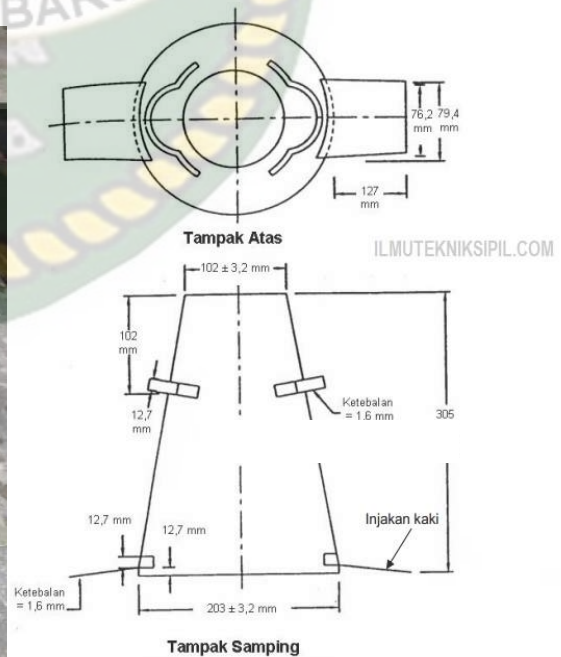
### 3.10. Slump

*Slump* adalah penurunan ketinggian pada pusat permukaan atas beton yang diukur segera setelah cetakan uji slump diangkat (SNI-1972:2008). Percobaan slump beton adalah suatu cara untuk mengukur kelecakan adukan beton, yaitu

kecairan/kekentalan adukan yang berguna dalam pekerjaan beton. Semakin rendah nilai slump maka menunjukkan bahwa adukan tersebut semakin kental. Pemeriksaan slump beton dimaksudkan untuk mengetahui konsistensi beton dan sifat mudah dikerjakan (*workability*) sesuai dengan syarat yang telah ditetapkan. semakin besar nilai slumpnya akan semakin mudah dikerjakan.

Peralatan *slump tests* yang terdiri dari (SNI 1972 : 2008) :

1. Kerucut terpancung dengan diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm dan tinggi 30 cm.
2. Bidang atas yang tidak meresap air
3. Tongkat baja  $\varnothing 16$  mm, panjang 60 cm dengan ujung yang dibulatkan
4. Mistar ukur dari baja.



Gambar 3.3 Cetakan *Slump* Beton (SNI 2008)

Pengukuran *slump* harus segera dilakukan dengan cara mengukur tegak lurus antara tepi atas cetakan dengan tinggi rata - rata benda uji. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti dilakukan dua kali pemeriksaan dengan adukan yang sama dan dilaporkan hasil rata - rata. Pengambilan benda uji harus dari contoh beton segar yang mewakili campuran beton. Nilai slump = tinggi alat slump - tinggi beton setelah terjadi penurunan.

Untuk itu dianjurkan menggunakan nilai – nilai *slump test* yang terletak didalam batas – batas yang ditujukan untuk berbagai pekerjaan beton yang dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3.4. Nilai – nilai *slump* untuk berbagai pekerjaan Beton

No.	Elemen Struktur	<i>Slump</i> Maks (cm)	<i>Slump</i> Min (cm)
1	Dinding, Plat pondasi, pondasi telapak Bertulang	12,5	5
2	Pondasi telapak tidak bertulang, kaisan dan konstruksi di bawah Tanah	9	2,5
4	Plat, balok, kolom dan dinding	15	7,5
5	Pengerasan Jalan	7,5	5
6	Pembetonan massal	7,5	2,5

(SNI 2008)

Sesuai Spesifikasi Teknis Bina Marga 2010 (Revisi 3), konsistensi beton harus ditentukan dengan mengukur slump sesuai dengan SNI 1972 : 2008 Penyedia jasa harus mengusulkan slump untuk setiap campuran beton dengan rentang 20 – 50 mm untuk beton yang akan dibentuk dengan acuan berjalan (slipform), rentang 50 -75 mm untuk beton yang akan dihampar secara manual (acuan – tetap).

### 3.11. Perawatan Beton

Proses hidrasi merupakan proses perubahan kimia yang selalu diiringi dengan peningkatan temperatur yang kemudian menyebabkan beton berubah dari kondisi plastis menjadi keras secara tahap demi tahap (gradual). Kemungkinan tercapainya kekuatan beton keras sebagaimana yang direncanakan sangat bergantung pada baik atau tidaknya perawatan beton setelah pengecoran dan pemadatan beton selesai. (Pusjatan, 2008)

Tindakan perawatan beton bertujuan untuk memberikan kesempatan semen berhidrasi dengan kecepatan tertentu, dimana temperatur yang terjadi tidak menyebabkan penguapan air pencampur secara berlebihan. Selain karena temperatur yang tinggi, air pencampur juga bisa hilang karena panas matahari dan hembusan angin. Bila perawatan kurang baik, kerugian yang akan terjadi tidak hanya terhadap kekuatan beton, tetapi juga terhadap keawetan, kedapannya terhadap air, serta stabilitas dimensi struktur. Pekerjaan perawatan beton harus segera dimulai setelah beton mulai mengeras, dengan menyelimutinya dengan bahan yang dapat menyerap air atau dengan merendam didalam bak yang telah berisi air.

Perawatan beton dilakukan minimal 7 hari untuk beton biasa, dan minimal 3 hari untuk beton berkekuatan awal tinggi. Secara umum dapat dikatakan bahwasemakin lama beton dibiarkan mengeras dengan proses perawatan yang baik, maka akan menghasilkan beton dengan kualitas yang semakin baik.

### 3.12. Metode Perawatan Beton

Terdapat berbagai macam metode curing beton yang umum dilakukan baik dengan pembasahan sederhana, penguapan dan menggunakan membran. Pemilihan cara yang tepat dalam melakukan pemeliharaan beton merupakan hal yang harus diperhatikan karena sangat berpengaruh terhadap biaya yang akan dikeluarkan dan sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan dan kuat lentur yang akan diperoleh. (Pusjatan, 2008).

#### a. Perawatan Dengan Pembasahan / Perendaman

Menaruh beton segar dalam ruangan yang lembab (dilakukan pada beton uji). Menaruh beton segar dalam genangan air (dilakukan pada beton uji). Menyelimuti permukaan beton dengan air. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah. Menyirami permukaan beton secara *continue*.

#### b. Perawatan Dengan Selimut Kedap Air

Metode ini dilakukan dengan menyelimuti permukaan beton dengan bahan lembaran kedap air yang bertujuan mencegah kehilangan kelembaban air permukaan beton. Beton harus basah pada saat lembaran kedap air ini dipasang. Lembaran bahan ini aman untuk tidak terbang atau pindah karena tertiuip angin dan apabila ada kerusakan atau sobek harus segera diperbaiki selama periode perawatan berlangsung. Perawatan dengan menggunakan membran sangat berguna untuk perawatan pada lapisan perkerasan beton (*rigid pavement*).



### 3.13. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian dilakukan dengan posisi benda uji yang diberikan tekanan pada benda uji silinder maupun kubus. Sedangkan parameter dalam pengujian adalah dengan memberikan beban penekanan pada benda uji menggunakan alat uji tekan *Compression Machine* hingga benda uji mengalami keretakan.



Gambar 3.4 Alat Uji Tekan *Compression Machine* (SNI 1990)

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh : sifat dan jenis agregat, faktor air semen (*water cement ratio = w/c*), jenis campuran, workability, perawatan beton dan umur beton. Sifat dan jenis agregat yang digunakan juga sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Semakin tinggi tingkat kekerasan agregat yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai yang dihasilkan. Selain itu dengan beragamnya ukuran agregat yang digunakan dapat memungkinkan terjadinya

interaksi atau saling mengunci antar butir sehingga rongga antar agregat dalam kondisi optimum yang menghasilkan beton padat dan kuat tekan yang tinggi.

Alat Tekan *Compresion Testing Machine* merupakan alat uji kuat tekan beton untuk mengetahui hasil sampel beton yang telah ditentukan pada SNI 1974 : 2011. Kuat tekan beton dihitung dengan Persamaan (3.9):

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3.9)$$

$f'c$  = Kuat tekan beton (MPa)

$P$  = beban maksimum (N)

$A$  = luas bidang tekan benda uji ( $\text{mm}^2$ )

Apabila jumlah benda uji lebih dari satu, maka kuat tekan beton rata-rata dihitung dengan persamaan (3.10) :

$$f'c \text{ rata-rata} = \frac{\sum f'c}{N} \dots\dots\dots(3.10)$$

$f'c \text{ rata-rata}$  = Kuat tekan beton rata-rata (MPa)

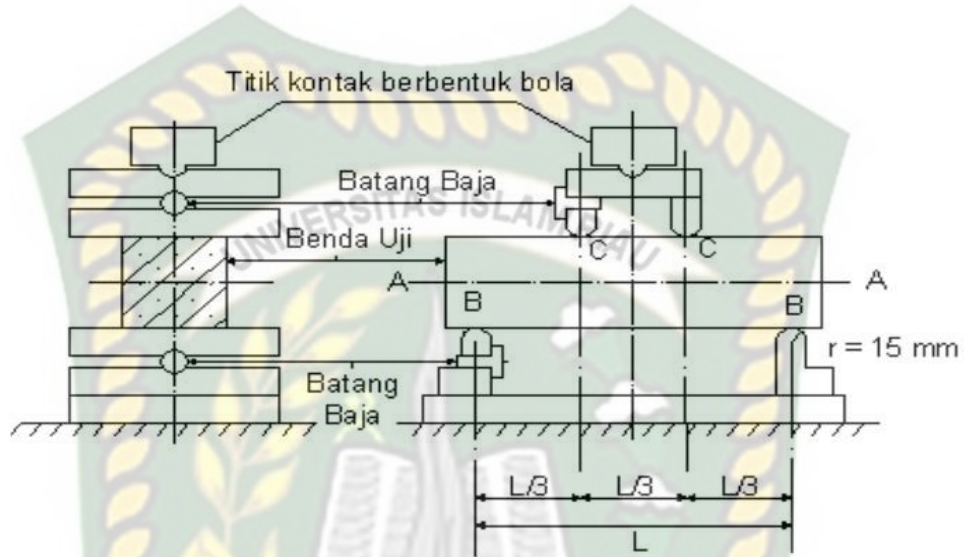
$N$  = Jumlah benda uji (buah)

### 3.14. Kuat Tarik Lentur

Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) (SNI 03-4431-1997).

Sebuah balok yang diberi beban akan mengalami deformasi, dan oleh sebab itu timbul momen-momen lentur sebagai perlawanan dari material yang membentuk balok tersebut terhadap beban luar. Momen eksternal harus ditahan oleh bahan dari beton, dan harga maksimum yang dapat dicapai sebelum balok mengalami keruntuhan atau patah sama dengan momen penahan internal dari

balok. Sistem pembebanan pada pengujian tarik lentur, yaitu benda uji dibebani sedemikian rupa sehingga hanya akan mengalami keruntuhan akibat lentur murni pada Gambar 3.8.



Gambar 3.5. Pengujian Kuat Tarik Lentur (SNI 2011).

Rumus kuat tarik lentur diperlihatkan pada :

Untuk pengujian dimana bidang patah terletak didaerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah). Maka kuat lentur beton dapat dihitung dengan rumus pada persamaan 3.13 sebagai berikut :

$$f_r = \frac{P.l}{b.h^2} \dots\dots\dots(3.13)$$

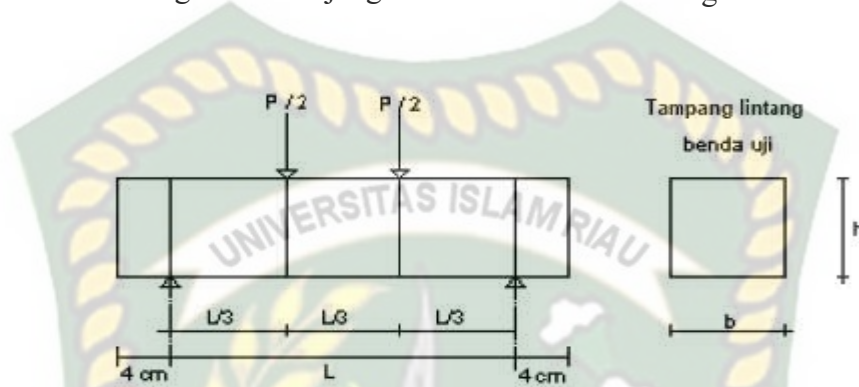
dimana :

- $f_r$  = Kuat Tarik Lentur [MPa]
- $P$  = Beban pada waktu lentur [kN]
- $l$  = Jarak dari perletakan ke gaya [mm]
- $b$  = Lebar penampang balok [mm]
- $h$  = Tinggi penampang balok [mm].

Pengujian dilakukan dengan beberapa tahapan dengan ukuran balok yang telah ditentukan pada SNI 4431:2011 :

1 Potongan Memanjang

1. Potongan Melintang



Gambar 3.6 Cara pengujian kuat lentur beton (SNI 2011)

### 3.15. Hubungan antara Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (flexible strength) umur 28 hari, (Sumber. Pd T-14-2003). Hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton dapat didekati dengan rumus berikut ini :

$$f_s = K \cdot (f'_c)^{0.5} \dots\dots\dots (3.14)$$

dimana:

$f_s$  = kuat lentur beton pada umur 28 hari (MPa)

$f'_c$  = kuat tekan beton umur 28 hari (MPa)

$K$  = konstanta, 0,7 untuk agregat tidak pecah dan 0,75 untuk agregat pecah

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Umum

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu suatu metode yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan secara langsung untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menghubungkan antara variable yang diselidiki. Pada penelitian ini eksperimen dilakukan dilaboratorium. Pelaksanaan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian bahan, pembuatan sampel lentur, melakukan Penggunaan dan Perawatan (*curing*) beton dengann Air Tawar, Air Laut dan Air Gambut serta melakukan uji kuat tekan dengan menggunakan alat (*Compression Machine*) dan uji kuat lentur menggunakan alat (*Bending Testing Machine*). Setiap tahap kerja yang dilakukan dalam penelitian harus berkaitan agar tujuan yang diinginkan dapat tercapai.

#### 4.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di laboraturium PT. VIRAJAYA RIAU PUTRA yang terletak dijalan raya Pekanbaru – Bangkinang Km. 27 Kabupaten Kampar.

#### 4.3. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Agregat kasar (batu pecah) diperoleh dari Quarry Danau Bingkuang, hasil Stone Cruser dari PT. Virajaya Riauputra.

2. Agregat halus, diperoleh dari Quarry Danau Bingkuang
3. Semen yang digunakan adalah Semen Padang Type PCC
4. Penggunaan dan Perawatan menggunakan air sumur setempat (air bersih), air laut yang didatangkan dari Sei. Pakning dan air gambut didatangkan dari Rimbo Panjang.

#### 4.4. Peralatan Penelitian

Peralatan-peralatan yang dipergunakan dalam pelaksanaan penelitian ini dan kegunaannya adalah sebagai berikut :

1. Satu Set Saringan, Saringan yang dipakai dalam penelitian ini adalah saringan no.1”(25,4 mm), no.3/4”(19 mm), no.1/2”(12,7 mm), no.3/8”(9,6 mm), no.4 (4,8 mm), no.8 (2,4 mm), no.16 (1,2 mm), no.30 (0,6 mm),no.50 (0,3 mm),no.100(0,15 mm), dan no.200 (0,075 mm).
2. Cawan, Alat ini digunakan sebagai tempat untuk menempatkan benda uji sebelum melakukan pengujian selanjutnya. Cawan tersebut terbuat dari aluminium yang tahan panas sehingga tidak akan mempengaruhi keadaan benda uji tersebut, ukurannya berbeda-beda dari yang kecil sampai dengan yang besar.
3. Batang Penusuk

Batang penusuk ada 2 macam yaitu :

- a. Batang penusuk besar, dengan diameter 16 mm
- b. Batang penusuk kecil, dengan diameter 10 mm

Batang penusuk terbuat dari baja yang digunakan untuk menusuk pada beberapa jenis pengujian misalnya pada pengujian berat isi beton segar dan pengujian slump.

4. Oven, Oven yang dilengkapi pengatur suhu
5. Palu/Pemukul, Palu/pemukul terbuat dari bahan karet, plastik atau bahan lainnya yang lunak dengan berat 0,34 sampai 0,8 kg.
6. Mistar, Digunakan untuk mengukur penurunan slump, terbuat dari baja.
7. Piknometer, Piknometer yang digunakan terbuat dari kaca dan mempunyai skala penunjuk yang nantinya dapat dipergunakan sebagai skala ukuran.
8. Timbangan, Timbangan harus mempunyai ketelitian 0,3% dari berat yang ditimbang atau 0,1% dari kapasitas maksimum timbangan.
9. Cetakan Beton, Cetakan beton dalam penelitian yang dilakukan ini berupa balok dengan ukuran cetakan 150 mm x 150 mm x 500 mm dan silinder 150 mm x 300 mm yang berfungsi untuk mencetak beton setelah pengecoran.
10. Alat Uji Slump, Alat ini terbuat dari baja yang berbentuk kerucut terpancung dengan tebal 1,2 mm diameter atas 10 cm dan diameter bawah 20 cm.
11. Satu set alat atau mesin uji kuat letur Beton (*Bending Testing Machine*)
12. Satu set alat atau mesin uji kuat tekan Beton (*Compression Machine*)
13. Molen Berfungsi mengaduk bahan campuran beton.
14. Peralatan penunjang seperti kaos tangan, masker, kunci pas, obeng dll.

#### **4.5. Tahapan Penelitian**

Sebagai penelitian ilmiah, maka penelitian ini harus dilaksanakan dalam sistematika dan urutan yang jelas dan teratur sehingga nantinya diperoleh hasil

yang memuaskan dan dapat dipertanggung jawabkan. Oleh karena itu, pelaksanaan dilakukan dengan melalui beberapa langkah yang dibuat secara sistimatis sebagai berikut :

1. Persiapan.

Untuk melaksanakan penelitian ini agar dapat berjalan dengan baik dan lancar sesuai dengan yang diinginkan, perlu dilakukan persiapan yang matang yakni mulai dari :

- a. Pengurusan izin. yaitu melakukan pengurusan izin terkait penelitian yang mencakup tempat pembuatan benda uji dan tempat pengujian benda uji.
- b. Penyediaan bahan. Yakni mencari atau mendapatkan sekaligus mengumpulkan bahan – bahan yang akan dipakai dalam pembuatan benda uji penelitian.
- c. Penyediaan alat. Mencari atau mendapatkan peralatan yang dibutuhkan untuk membuat dan menguji benda uji penelitian.

2. Uji bahan.

Pada tahap ini dilakukan penelitian terhadap material penyusun beton, hal ini dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan dan juga sebagai pemeriksaan terhadap material yang digunakan, apakah material tersebut baik atau tidak karena akan mempengaruhi kepada mutu yang akan di inginkan.

3. Pembuatan benda uji

Pada tahap ini dilakukan pekerjaan sebagai berikut :

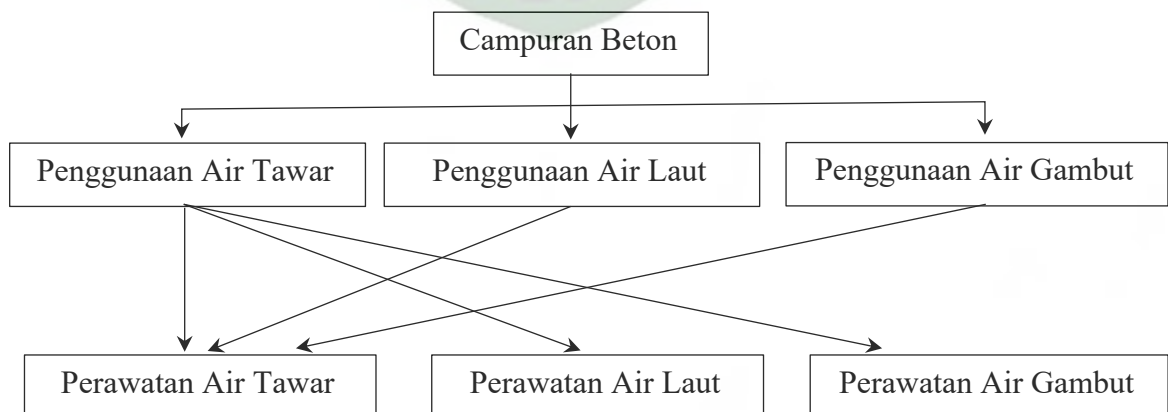
- a. Penetapan rancang campur adukan beton.
- b. Pembuatan adukan beton.



- c. Pemeriksaan nilai slump.
  - d. Pembuatan benda uji, untuk uji kuat tekan digunakan sampel beton bentuk silinder dan untuk uji kuat lentur digunakan beton bentuk balok.
4. Perawatan Benda Uji.

Untuk menjaga penguapan air dari beton segar, benda uji setelah diselesaikan/dilicinkan harus ditutup dengan bahan yang tidak mudah menyerap air agar dapat menjaga kelembaban sampai saat benda uji dilepas dari cetakan. Pada tahap perawatan ini metode atau cara perawatan yang dilakukan yaitu dengan cara merendam sampel beton yang telah dicetak ke dalam bak yang telah berisi air berdasarkan umur perawatan yang telah ditetapkan yaitu 7, 14, 28, dan 56 hari.

Pelepasan benda uji dari cetakan dimana yang diisyaratkan SK SNI 03-2493-1991 dilakukan setelah 20 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah percetakan. Penelitian terhadap Beton pada penelitian ini melakukan perawatan menggunakan air tawar, air laut dan air gambut, dapat dilihat dalam bagan alir Perawatan Campuran Beton Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Bagan alir Perawatan Campuran Beton

Gambar 4.1. memperlihatkan bagan alir Perawatan Beton yang mana Air Tawar dirawat dengan tiga macam air yaitu Air Tawar di rawat dengan Air Tawar, Air laut dan Air Gambut, sedangkan Air laut dan Air Gambut dirawat dengan satu macam air saja yaitu Air Tawar.

## 5. Pengujian

Uji Kuat Tekan dan Uji Kuat Lentur, Pengujian kuat tekan beton dimaksud mencari nilai kuat tekan ( $f_c$ ) yang dihasilkan dari sampel silinder alat uji kuat tekan dengan menggunakan alat (*Compression Machine*). Sedangkan uji kuat lentur bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai ( $f_s$ ) yang dihasilkan berdasarkan benda uji balok dengan menggunakan alat uji kuat lentur beton (*Bending Testing Machine*).

## 6. Analisa data

### a. Data Primer

Data Primer yaitu data yang langsung diperoleh dari tempat penelitian yaitu Laboratorium PT. Virajaya Riauputra Jalan Bangkinang – Pekanbaru Km. 27. Pada tahap ini, data yang telah diperoleh dari hasil pengujian, kemudian dianalisa untuk mendapatkan suatu pembahasan yang dilakukan pada penelitian ini.

### b. Data Sekunder

Data Sekunder diperoleh dengan cara mengumpulkan data – data dari penelitian – penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini. Data sekunder yang dipakai dalam penelitian ini adalah Data Beton normal

dirawat dengan perawatan Air Tawar , material dari Kampar hasil penelitian Mohd. Alfajrizal tahun 2018.

Setelah data Primer dan data Sekunder didapatkan, langkah selanjutnya adalah menganalisa data tersebut. Data – data dari hasil pengujian dilaboratorium di Analisa dengan menggunakan rumus – rumus yang telah ada dan baku yang didapat dari literatur yang ada.

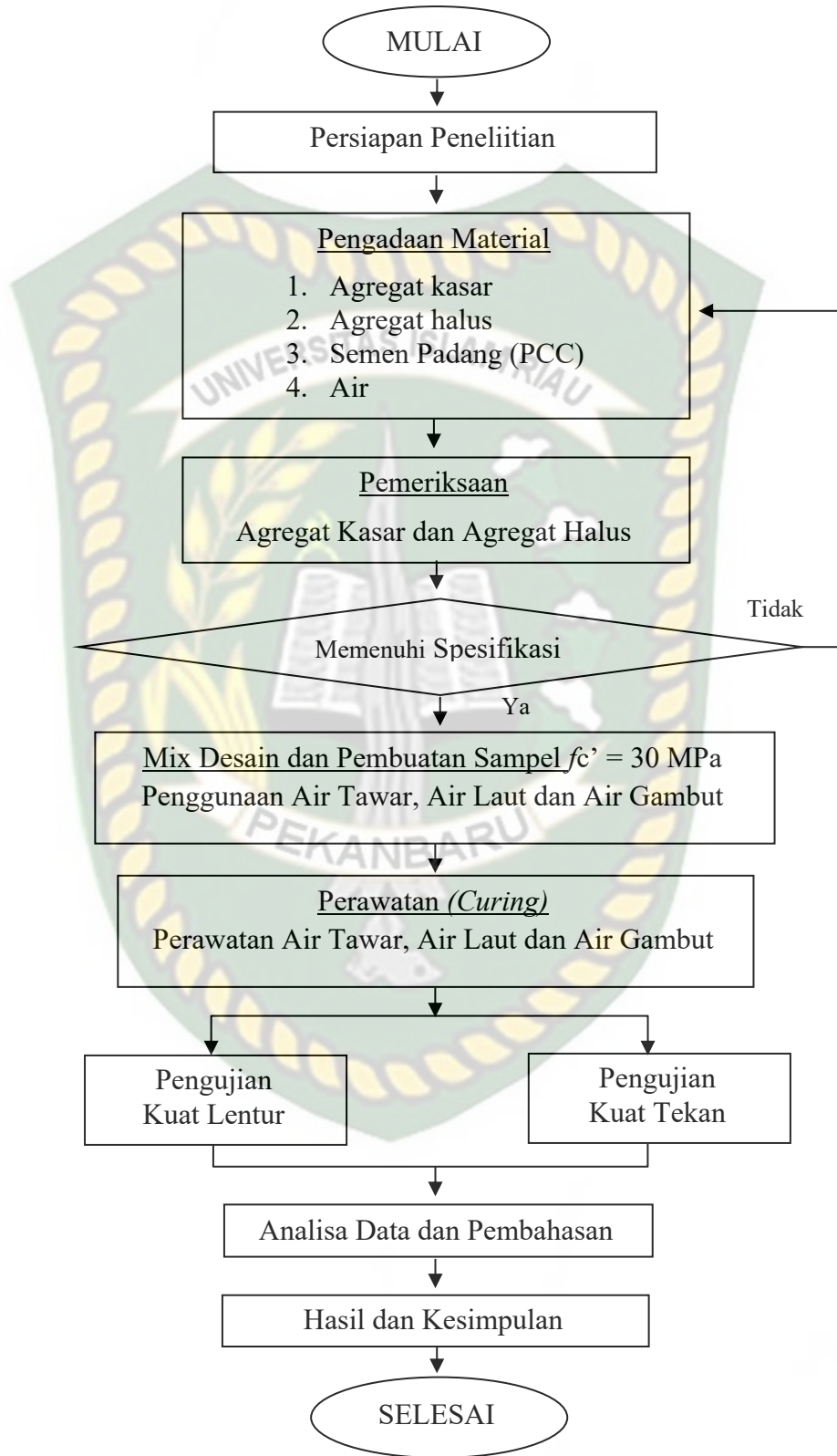
Data – data yang sudah dianalisa, hasilnya disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan pembacaannya. Selanjutnya tabel dan grafik ini diberikan keterangan, Analisa dan pengertian yang lebih dalam dan spesifik sehingga mudah dipahami apa yang dimaksud dengan data yang diperoleh dari hasil penelitian ini.

#### 7. Kesimpulan dan Saran.

Kesimpulan diambil berdasarkan data – data yang diperoleh dan telah dianalisa serta dibandingkan dengan hasil – hasil penelitian terdahulu diberbagai literatur yang ada, kemudian diperiksa apakah sudah sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian ini.

Saran diberikan kepada semua pihak yang berkepentingan dengan penelitian untuk pengembangan dan perbaikan di waktu yang akan datang. Semua saran adalah yang hanya berkaitan dengan kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini.

Untuk lebih jelasnya tahapan - tahapan dari penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

#### **4.6. Prosedur Uji Tekan dengan Menggunakan Alat (*Compression Machine*)**

Proses pengujian kuat tekan dengan alat tekan *Compression Machine* sebagai berikut :

1. Siapkan benda uji berdasarkan umur.
2. Siapkan formulir pengisian data
3. Timbang dan catat berat masing-masing benda uji.
4. Buat capping atau perataan pada permukaan benda uji
5. Siapkan alat atau mesin uji tekan
6. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara centris.
7. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm<sup>2</sup> per detik.
8. Lakukan pembebanan sampai uji menjadi hancur
9. Catatlah beban maksimum yang terjadi.
10. Catatlah keadaan benda uji.

#### **4.7. Prosedur Uji Lentur dengan alat (*Bending Testing Machine*)**

Proses pengujian lentur dan pengambilan data sebagai berikut :

1. Siapkan benda uji berdasarkan umur, kemudian ukur dan catat dimensi penampang pada benda uji balok beton.
2. Ukur dan catat panjang benda uji pada keempat rusuknya.
3. Timbang dan catat berat masing-masing benda uji.
4. Siapkan alat atau mesin uji lentur.
5. Letakkan dan atur benda uji, kemudian berikan beban dengan memompa alat sehingga jarum pada alat terbaca sampai benda uji patah.

6. Hentikan pembebanan kemudian catat beban maksimum yang menyebabkan benda uji tersebut patah.
7. Ukur dan catat lebar dan tinggi tampang lintang patah.
8. Kemudian hitung nilai kuat lentur dengan persamaan atau rumus sesuai yang dijelaskan pada bab sebelumnya.

#### **4.8. Cara Analisis**

Cara analisa data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Menganalisa berapa besar nilai kuat tekan dan kuat lentur yang diperoleh berdasarkan umur beton terhadap benda uji, Penggunaan campuran dan Perawatan menggunakan Air Bersih, Air Laut dan Air Gambut serta menuangkan hasil kedalam grafik.
2. Menganalisa perbandingan antara kuat tekan dan kuat lentur dengan umur beton yang dilakukan dengan membuat grafik perbandingan kuat tekan dan kuat lentur, sehingga dapat mengetahui persentase kenaikan atau penurunan yang terjadi terhadap benda uji.
3. Analisa hubungan antara kuat tekan dengan kuat lentur beton sehingga masing – masing beton didapat Konstanta pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari.

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Pemeriksaan Material

Sebelum melakukan pembuatan benda uji terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan material – material yang akan dipakai sebagai bahan campuran untuk pembuatan benda uji tersebut. Material – material yang diperiksa antara lain :

##### 5.1.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Hasil pemeriksaan terhadap karakteristik agregat halus pasir yang bersumber dari Danau Bingkuang adalah sebagai berikut. :

Table 5.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

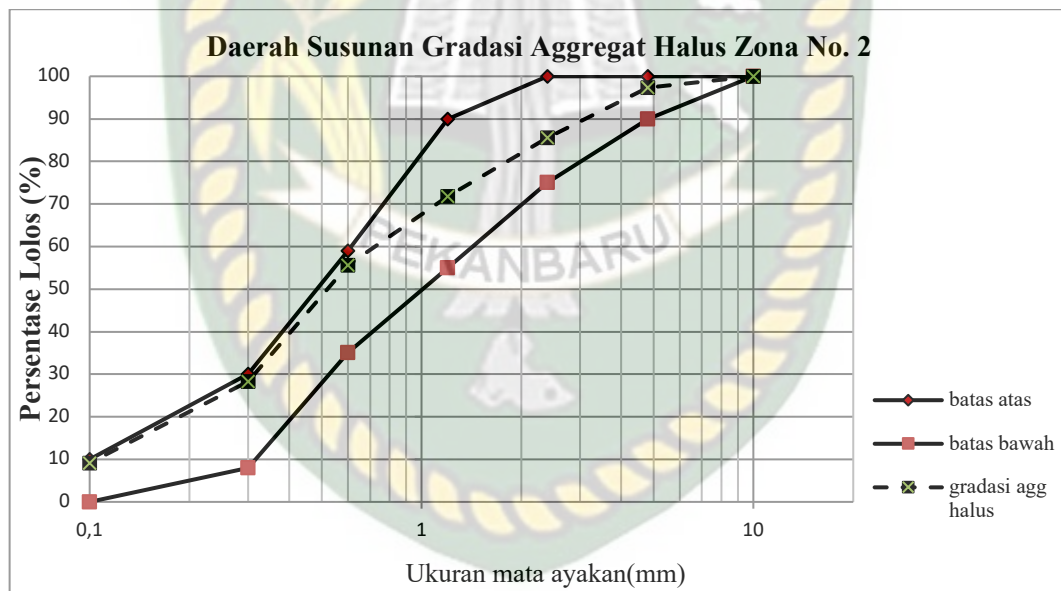
No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Syarat
1.	Berat Jenis. :		
	a. Berat Jenis Kering	2,577	Min 2,5
	b. Berat Jenis SSD	2,599	
	c. Berat Jenis Semu	2,636	
	d. Penyerapan %	0,878	Max 5 %

Tabel 5.1 Hasil pemeriksaan Agregat Halus menggunakan Pasir Danau Bingkuang di dapat untuk penyerapan = 0,878% memenuhi persyaratan maksimum penyerapan sebanyak 5%. Untuk Gradasi Agregat Halus dinyatakan dengan nilai persentase banyaknya agregat halus yang tertinggal. Hasil pemeriksaan Analisa Saringan dapat dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Presentase Lolos Agregat Halus

Nomor Ayakan	1/2	1/2	3/8	#4	#8	#16	#30	#50	#100	#200
Ukuran Ayak (mm)	38	12,5	9,52	4,76	2,36	1,18	0,6	0,3	0,15	0,075
Lolos (%)	100	100	100	97.36	85.56	71.74	55.64	28.38	9.17	1.4

Tabel 5.2 pemeriksaan analisa saringan dapat diperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran pada agregat halus sesuai dengan spesifikasi, hasil Analisa saringan agregat halus dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 5.1.



Gambar 5.1 Grafik Gradasi Agregat Halus (SNI 1990).

Gambar 5.1 hasil pemeriksaan Analisa saringan untuk Agregat halus, grafik saringan agak mendekati grafik batas bawah sesuai dengan persyaratan SK SNI T-15-1990-03



### 5.1.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Agregat yang digunakan untuk dilakukan pemeriksaan terhadap karakteristik agregat kasar yang dihasilkan dari quarry batu kampar adalah hasil produksi *Stone Crusher* PT. Vira Jaya Riauputra dapat dilihat Tabel 5.3.

Table 5.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah Ukuran 2-3)

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Syarat
1.	Berat Jenis. :		
	a. Berat Jenis Kering	2,596	Min 2,5
	b. Berat Jenis SSD	2,617	
	c. Berat Jenis Semu	2,651	
	d. Penyerapan %	0,798	2,5 %
2.	Keausan %	36,42	Max 40%

Tabel 5.3 hasil pemeriksaan berat jenis kering Agregat kasar sudah memenuhi persyaratan SNI 03-1965-2008 dengan berat jenis minimal 2,5. Hasil dari pengujian berat jenis SSD memenuhi persyaratan berat jenis minimal yaitu 2,5. Hasil dari pengujian berat jenis semu memenuhi persyaratan minimal yaitu 2,5. Hasil pemeriksaan penyerapan material kasar memenuhi persyaratan maksimum 2,5%. Untuk hasil pemeriksaan agregat kasar ukuran 1-2 dapat di lihat pada Tabel 5.4.

Table 5.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah Ukuran 1-2)

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Syarat
1.	Berat Jenis. :		
	a. Berat Jenis Kering	2,629	Min 2,5
	b. Berat Jenis SSD	2,639	
	c. Berat Jenis Semu	2,657	
	d. penyerapan	0,408	2,5 %
2.	Keausan %	36,42	Max 40%

Tabel 5.4 hasil pemeriksaan berat jenis kering Agregat kasar sudah memenuhi persyaratan SNI 03-2834-2000 dengan berat jenis minimal 2,5. Hasil dari pengujian berat jenis SSD memenuhi persyaratan berat jenis minimal yaitu 2,5. Hasil dari pengujian berat jenis semu memenuhi persyaratan minimal yaitu 2,5. Hasil pemeriksaan penyerapan material kasar memenuhi persyaratan maksimum 2,5%

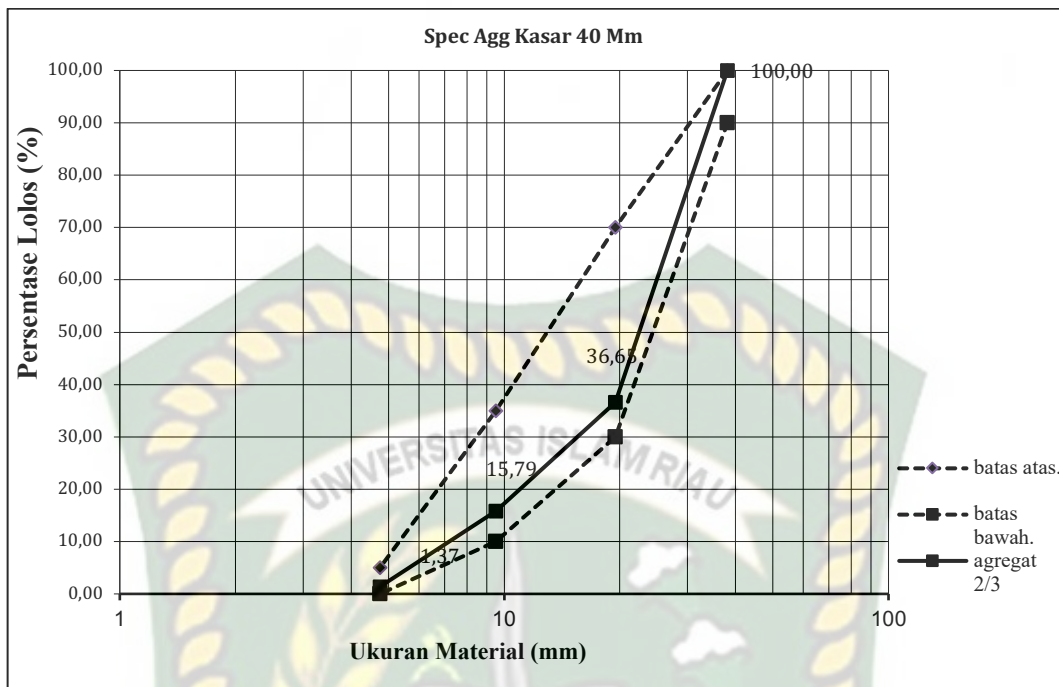
Untuk pengujian keausan (Abrasi) Agregat Kasar sudah memenuhi persyaratan Spesifikasi umum 2010 revisi3 maksimal nilai Abrasi Agregat Kasar adalah 40%

Hasil pemeriksaan Analisa saringan Agregat Kasar batu pecah 2-3 berdasarkan persyaratan Analisa saringan Spesifikasi umum 2010 revisi3 didapatkan hasil pada tabel 5.5

Tabel 5.5 Hasil persentase lolos agregat kasar 2/3

Nomor Ayakan	1 1/2	1	3/4	1/2	3/8	#4
Ukuran Ayak (mm)	38	25,4	19,5	12,5	9,52	4,76
Lolos (%)	100	86.93	36.35	23.16	15.75	1.37

Tabel 5.5 hasil Analisa saringan Agregat kasar 2-3 sudah memenuhi persyaratan yang telah ditentukan spesifikasi. Untuk hasil Analisa saringan agregat kasar 2-3 dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 5.2.



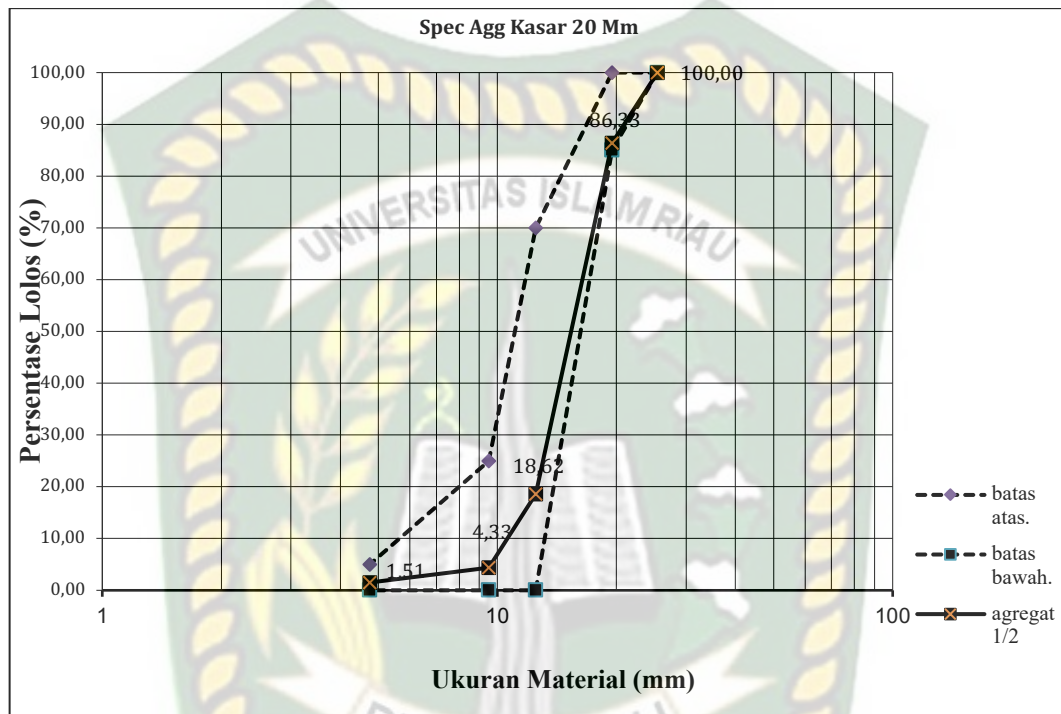
Gambar 5.2 Grafik hasil gradasi agregat kasar batu pecah 2/3(SNI 1990)

Gambar 5.2 Hasil pemeriksaan gradasi agregat kasar 2-3 mendekati batas bawah untuk hasil gradasi sudah memenuhi ketentuan spesifikasi umum 2010 revisi3. Untuk hasil pemeriksaan Analisa saringan Agregat Kasar batu pecah 1-2 berdasarkan persyaratan Analisa saringan Spesifikasi umum 2010 revisi3 didapatkan hasil pada tabel 5.6.

Tabel 5.6 Hasil persentase lolos agregat kasar 1/2

Nomor Ayakan	1 1/2	1	3/4	1/2	3/8	#4
Ukuran Ayak (mm)	38	25,4	19,5	12,5	9,52	4,76
Lolos (%)	100	100	86.33	18.62	4.33	1,51

Tabel hasil pemeriksaan Analisa saringan agregat kasar 1-2 sudah memenuhi spesifikasi umum 2010 revisi3. Hasil gradasi saringan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 5.3.



Gambar 5.3 Batas gradasi agregat kasar batu pecah 1-2 (SNI 1990)

Gambar 5.3 hasil pemeriksaan gradasi agregat kasar 1-2 mendekati garis ideal yang mana untuk hasil gradasi sudah memenuhi ketentuan spesifikasi umum 2010 revisi3.

## 5.2. Rancangan Campuran Adukan Beton

Perencanaan campuran beton (*mix design*) bertujuan untuk mengetahui proporsi campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar dan air. tata cara perhitungan pelaksanaan campuran beton mengacu pada SK SNI 03-2834-2000. Berdasarkan rancangan Campuran beton untuk adukan beton mutu rencana

$f_c' = 30$  MPa diperoleh kebutuhan bahan untuk 1 m<sup>3</sup> beton dapat dilihat tabel 5.7

Tabel 5.7 Proporsi campuran beton (*mix design*) untuk tiap 1 m<sup>3</sup>.

Proporsi Campuran	Semen (Kg)	Air (Liter)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg) 2/3	Agregat Kasar (Kg) 1/2	Total
Tiap M3	440,05	185	724.1	529.8	512.2	2391.6

Tabel 5.7 didapat hasil rancangan campuran beton untuk semua komponen bahan semen dan air sama beratnya untuk masing – masing Agregat kasar. Sementara untuk bahan Agregat dan Pasir kebutuhan untuk campuran beton tidak sama dikarenakan berat jenis Agregat dan pasir berbeda.

Untuk pembuatan sampel beton dilaksanakan dengan concrete mixer kecil dengan kapasitas 101,19 Kg untuk satu kali adukan. Campuran untuk satu pengadukan beton dapat dilihat pada tabel 5.8

Tabel 5.8 Hasil rancangan campuran Beton  $f_c' = 30$  MPa Untuk sekali pengadukan

No	Material Campuran	Proporsi Campuran Untuk 1x Adukan (kg)
1	Semen	18,64
2	Air	7,83
3	Agregat Kasar 2/3	22,42
4	Agregat Kasar 1/2	21,67
5	Agregat Halus	30,64
<b>Total</b>		<b>101,19</b>

Tabel 5.8 rancangan  $f_c' = 30$  MPa direncanakan sampel yang menggunakan masing – masing Agregat Kasar untuk Beton normal untuk umur Beton 7, 14, 28 dan 56 hari.

### 5.3 Hasil Analisa Kuat Tekan Beton $f_c' = 30$ MPa

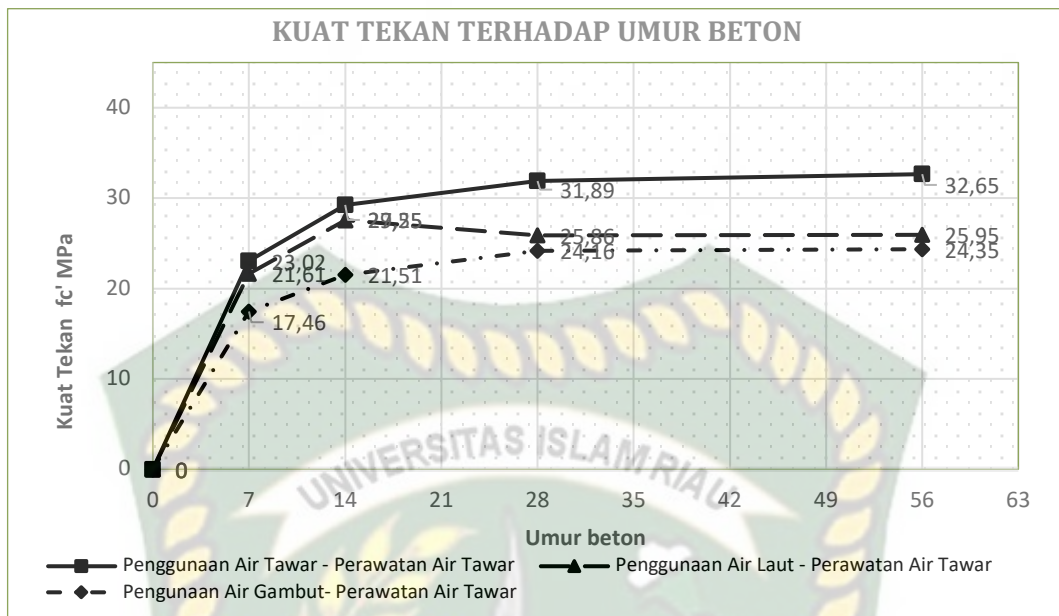
Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan pada benda uji silinder dengan umur 7, 14, 28, dan 56 hari. Dari hasil pengujian beton benda uji silinder dengan menggunakan alat kuat tekan maka didapat hasil dari masing – masing benda uji baik yang melakukan Penggunaan maupun Perawatan. Adapun hasil uji kuat tekan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.9 Hasil Uji Kuat Tekan Beton pada Penggunaan berbagai macam air

No.	Penggunaan	Kuat Tekan Rata – rata (MPa)				Keterangan
		7 Hari	14 Hari	28 Hari	56 Hari	
1.	Air Tawar	23,02	29,25	31,89	32,65	Perawatan Air Tawar
2.	Air Laut	21,61	27,55	25,86	25,95	
3.	Air Gambut	17,46	21,51	24,16	24,35	

Tabel 5.9 Dapat dilihat bahwa kuat tekan beton Penggunaan Air Tawar, Air Laut dan Air Gambut diurutkan berdasarkan nilai paling tinggi untuk umur 7 hari dengan  $f_c' = 30$  MPa yaitu Air Tawar 23,02 MPa, Air Laut 21,61 MPa dan Air Gambut 17,46 MPa. Untuk umur 14 hari yaitu Air Tawar 29,25 MPa, Air Laut 27,55 MPa dan Air Gambut 21,51 MPa. Untuk 28 hari yaitu Air Tawar 31,89 MPa, Air Laut 25,86 MPa dan Air Gambut 24,16 MPa. Sedangkan untuk umur 56 hari yaitu Air Tawar 32,65 MPa, Air Laut 25,95 MPa dan Air Gambut 24,35 MPa.

Untuk memperjelas dari tabel 5.9 hasil uji tekan beton Penggunaan, maka dibuatlah suatu grafik yang menghubungkan setiap hasil kuat tekan berdasarkan umur. Adapun grafik dapat dilihat pada gambar 5.4.



Gambar 5.4 Kuat Tekan Beton pada Penggunaan berbagai macam air

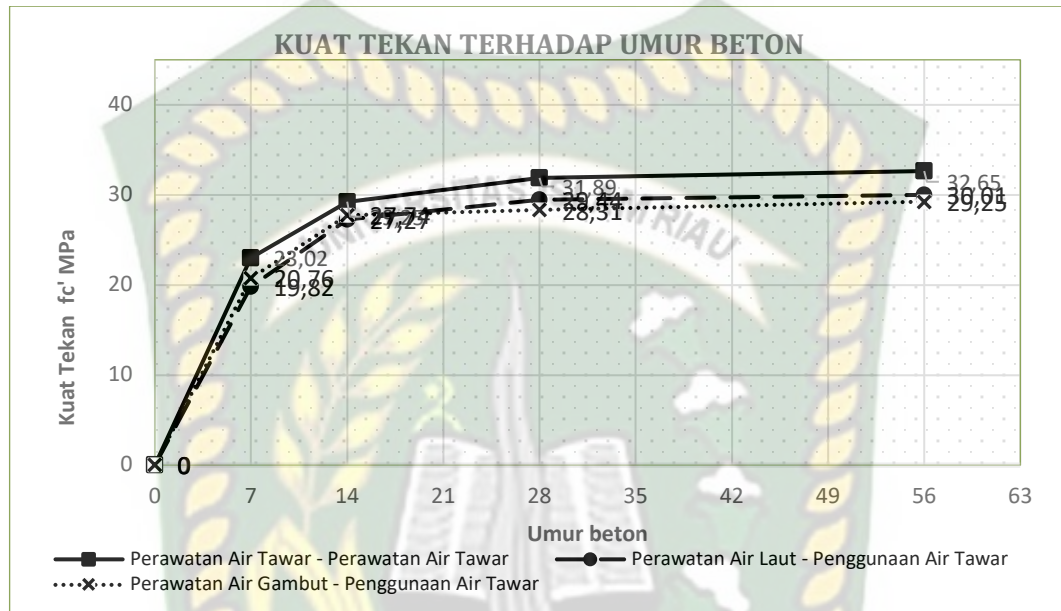
Gambar 5.4 Kuat Tekan Beton dapat dilihat bahwa Beton yang Penggunaan Air Tawar dapat mencapai kuat tekan maksimal 32,65 MPa nilai tersebut telah mencapai mutu rencana yaitu  $f_c' = 30$  Mpa.

Tabel 5.10 Hasil Uji Kuat Tekan Beton pada Perawatan berbagai macam air

No.	Perawatan	Kuat Tekan Rata – rata (MPa)				Keterangan
		7 Hari	14 Hari	28 Hari	56 Hari	
1.	Air Tawar	23,02	29,25	31,89	32,65	Penggunaan Air Tawar
2.	Air Laut	19,82	27,27	29,44	30,01	
3.	Air Gambut	20,76	27,74	28,31	29,25	

Tabel 5.10 Perawatan diurutkan berdasarkan nilai paling tinggi untuk umur 7 hari dengan  $f_c' = 30$  Mpa yaitu Air Tawar 23,02 MPa, Air Gambut 20,76 MPa dan Air Laut 19,82 MPa. Untuk umur 14 hari yaitu Air Tawar 29,25 MPa dan Air Gambut 27,74 MPa, Air Laut 27,27 MPa. Untuk 28 hari yaitu Air Tawar 31,89 MPa, Air Laut 29,44 MPa dan Air Gambut 28,31 MPa. Untuk umur 56 hari yaitu Air Tawar 32,65 MPa, Air Laut 30,01 MPa dan Air Gambut 29,25 MPa.

Untuk memperjelas dari tabel 5.10 hasil uji kuat tekan, perawatan beton, maka dibuatlah suatu grafik yang menghubungkan setiap hasil kuat tekan berdasarkan umur. Adapun grafiknya dapat dilihat pada gambar 5.5 dibawah ini.



Gambar 5.5 Kuat Tekan Beton pada Perawatan berbagai macam air

Gambar 5.5 Kuat Tekan Beton dapat dilihat bahwa Beton yang Penggunaan Air Tawar dapat mencapai kuat tekan maksimal 32,65 MPa nilai tersebut telah mencapai mutu rencana yaitu  $f_c' = 30$  Mpa.

#### 5.4. Hasil Analisa Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur beton dilaksanakan pada benda uji balok dengan umur 7, 14, 28, dan 56 hari, baik beton penggunaan dan perawatan. Dari hasil pengujian beton benda uji balok dengan menggunakan alat (*Bending Testing Machine*) maka didapat hasil kuat lentur dari masing – masing benda uji. Adapun hasil uji kuat lentur dapat dilihat pada tabel 5.11.

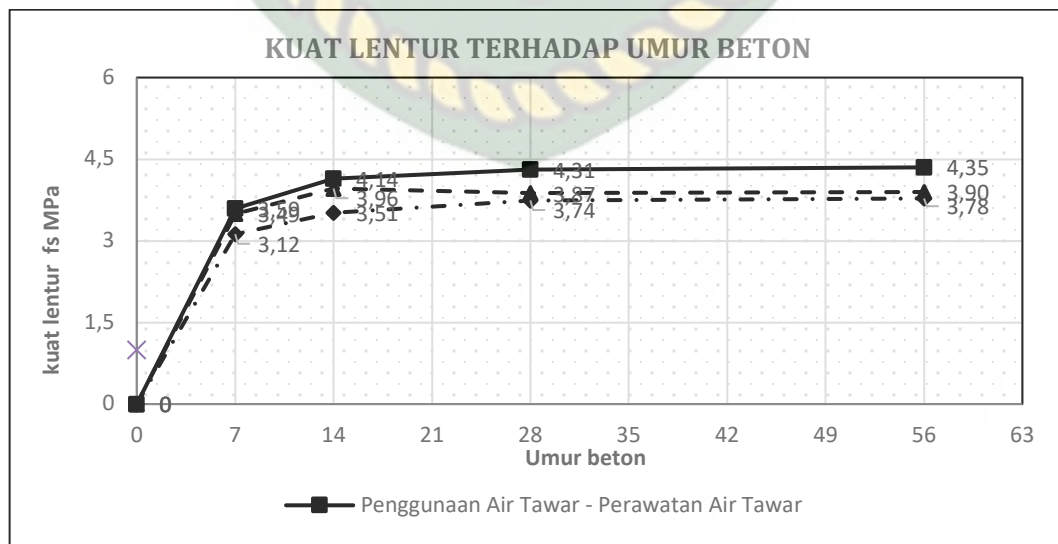


Tabel 5.11 Hasil Uji Kuat Lentur Beton pada Penggunaan berbagai macam air.

No.	Penggunaan	Kuat Lentur Rata – rata (MPa)				Keterangan
		7 Hari	14 Hari	28 Hari	56 Hari	
1.	Air Tawar	3,59	4,14	4,31	4,35	Perawatan Air Tawar
2.	Air Laut	3,49	3,96	3,87	3,90	
3.	Air Gambut	3,12	3,51	3,74	3,78	

Tabel 5.11 diatas dapat dilihat bahwa kuat lentur beton Penggunaan Air Tawar, Air Laut dan Air Gambut diurutkan berdasarkan nilai paling tinggi untuk umur 7 hari dengan  $f_c' = 30$  MPa yaitu Air Tawar 3,59 MPa, Air Laut 3,49 MPa dan Air Gambut 3,12 MPa. Untuk umur 14 hari yaitu Air Tawar 4,14 MPa, Air Laut 3,96 MPa dan Air Gambut 3,51 MPa. Untuk 28 hari yaitu Air Tawar 4,31 MPa, Air Laut 3,87 MPa dan Air Gambut 3,74 MPa. Untuk umur 56 hari yaitu Air Tawar 4,35 MPa, Air Laut 3,90 MPa dan Air Gambut 3,78 MPa.

Untuk memperjelas dari tabel 5.11 hasil uji kuat lentur, penggunaan, maka dibuatlah suatu grafik yang menghubungkan setiap hasil kuat tekan berdasarkan umur. Adapun grafiknya dapat dilihat pada gambar 5.5 dibawah ini.



Gambar 5.6 Kuat Lentur Beton pada Penggunaan berbagai macam air

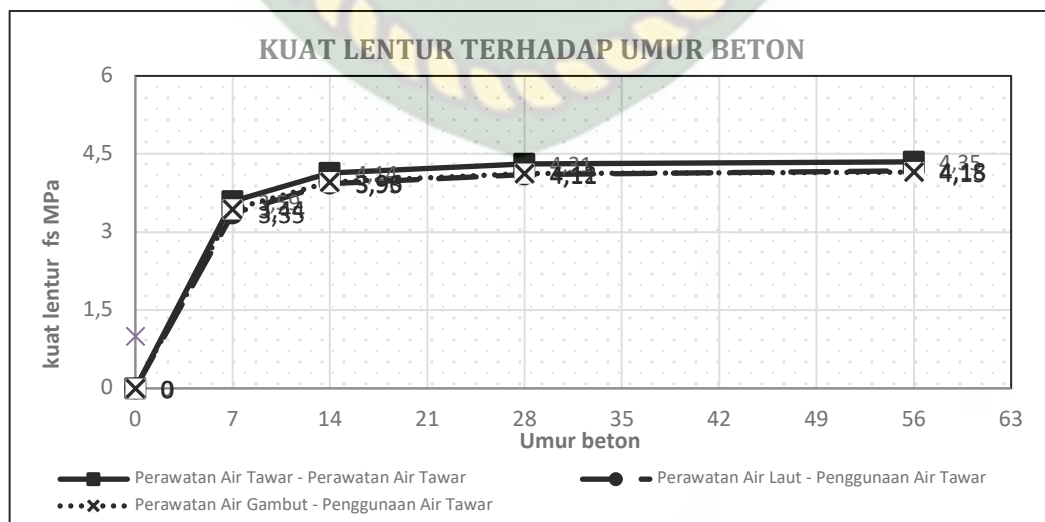
Gambar 5.6 Kuat Lentur Beton dapat dilihat bahwa Beton yang Penggunaan Air Tawar dapat mencapai kuat lentur maksimal 4,35 MPa.

Tabel 5.12 Hasil Uji Kuat Lentur Beton pada Perawatan berbagai macam air.

No.	Perawatan	Kuat Lentur Rata – rata (MPa)				Keterangan
		7 Hari	14 Hari	28 Hari	56 Hari	
1.	Air Tawar	3,59	4,14	4,31	4,35	Penggunaan Air Tawar
2.	Air Laut	3,35	3,93	4,11	4,18	
3.	Air Gambut	3,44	3,96	4,12	4,15	

Tabel 5.12 Perawatan diurutkan berdasarkan nilai paling tinggi untuk umur 7 hari dengan  $f_c' = 30$  Mpa yaitu Air Tawar 3,59 MPa, Air Gambut 3,44 MPa dan Air Laut 3,35 MPa. Untuk umur 14 hari yaitu Air Tawar 4,14 MPa, Air Gambut 3,96 MPa dan Air Laut 3,93 MPa. Untuk 28 hari yaitu , Air Tawar 4,31 MPa, Air Gambut 4,12 MPa dan Air Laut 4,11 MPa. untuk umur 56 hari yaitu Air Tawar 4,35 MPa Air Laut 4,18 MPa dan Air Gambut 4,15 MPa.

Untuk memperjelas dari 5.12 hasil uji kuat lentur beton yang Perawatan, maka dibuatlah suatu grafik yang menghubungkan setiap hasil kuat lentur berdasarkan umur. Adapun grafiknya dapat dilihat pada gambar 5.5 dibawah ini.



Gambar 5.7 Kuat Lentur Beton pada Perawatan berbagai macam air

Gambar 5.7 Kuat Lentur dapat dilihat besarnya pengaruh yang diberikan dengan melakukan perawatan Air Tawar terhadap beton, nilai maksimal yang diperoleh yaitu 4,35 MPa, beton yang melakukan perawatan air gambut memiliki nilai kuat lentur terendah 3,78 MPa.

### 5.5. Perbandingan Kuat Tekan Penggunaan dan Perawatan

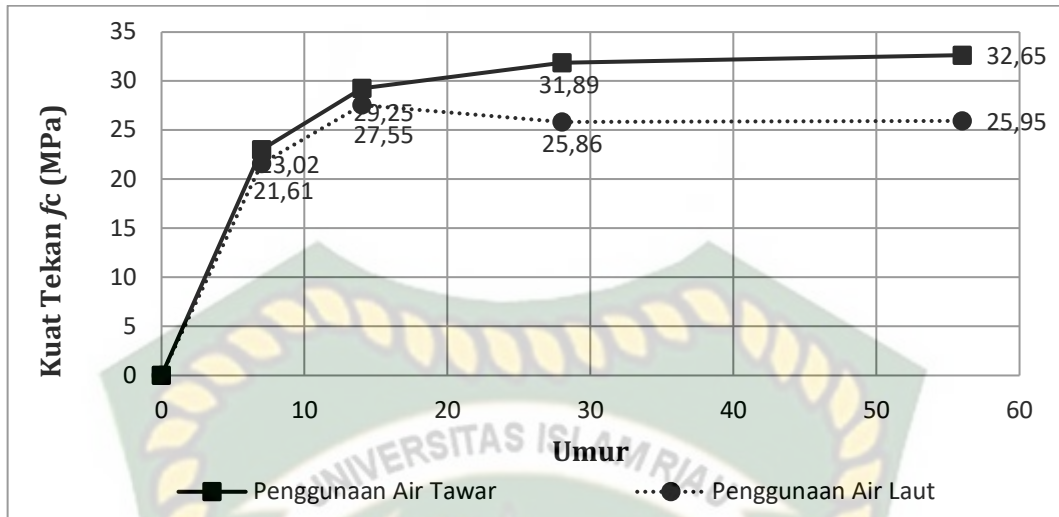
#### 1. Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Air Laut pada Kuat Tekan Beton.

Perbandingan hasil uji kuat tekan beton Penggunaan terhadap berbagai umur dapat dilihat pada tabel 5.13.

Tabel 5.13 Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Air Laut, dirawat dengan Air Tawar pada Kuat Tekan Beton.

Umur (Hari)	Nilai Kuat Tekan $f_c'$ (MPa)		Penurunan Kekuatan (%)	Keterangan
	Penggunaan Air Tawar	Penggunaan Air Laut		
7	23,02	21,61	6 %	Perawatan Air Tawar
14	29,25	27,55	6 %	
28	31,89	25,86	19 %	
56	32,65	25,95	21 %	

Tabel 5.13 diatas dapat dijelaskan bahwa besarnya pengaruh yang di berikan dengan melakukan penggunaan berbagai macam air terhadap beton, dapat di lihat beton yang penggunaan dengan air tawar dapat mencapai mutu rencana  $f_c' = 30$  MPa, beton dengan penggunaan air laut berada dibawah dari nilai kuat tekan mutu beton rencana, kecenderungan persentase kehilangan kekuatan yang dialami pada beton meningkat seiring dengan bertambahnya umur. Untuk lebih jelas dapat di lihat pada gambar 5.8.



Gambar 5.8 Perbandingan kuat tekan beton Penggunaan Air Tawar dan Air Laut

Gambar 5.8 Kuat Tekan dapat dilihat besarnya pengaruh yang diberikan penggunaan Air terhadap beton, nilai kuat tekan umur 28 hari yang diperoleh Air Tawar yaitu 31,89 MPa, penggunaan Air Laut memiliki nilai kuat tekan 25,86 MPa, terjadi penurunan kekuatan 19% dari penggunaan Air Tawar.

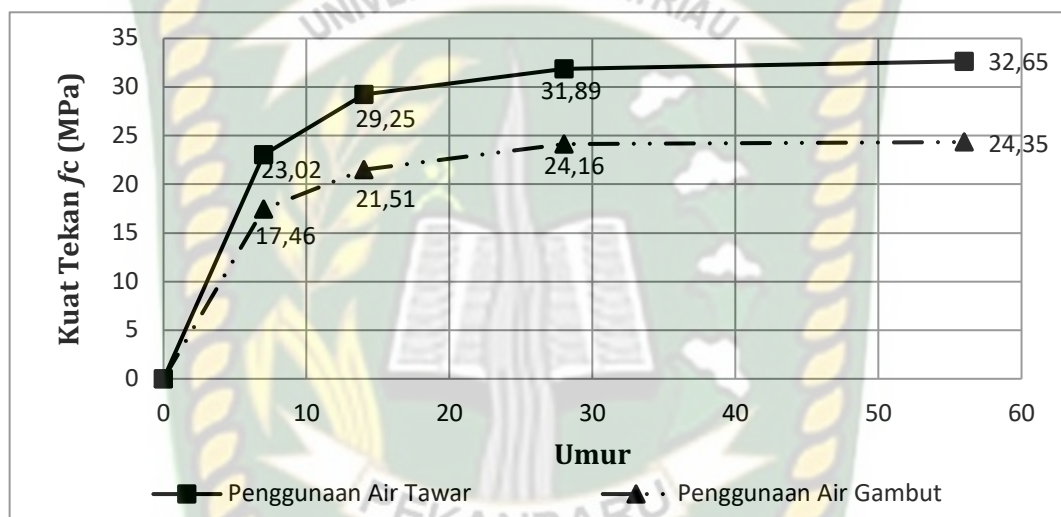
2. Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Air Gambut pada Kuat Tekan Beton.

Perbandingan hasil uji kuat tekan beton Penggunaan terhadap berbagai umur dapat dilihat pada tabel 5.14.

Tabel 5.14 Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Air Gambut, dirawat dengan Air Tawar pada Kuat Tekan Beton.

Umur (Hari)	Nilai Kuat Tekan $f_c'$ (MPa)		Penurunan Kekuatan (%)	Keterangan
	Penggunaan Air Tawar	Penggunaan Air Gambut		
7	23,02	17,46	24 %	Perawatan Air Tawar
14	29,25	21,51	26 %	
28	31,89	24,16	24 %	
56	32,65	24,35	25 %	

Tabel 5.14 dapat dijelaskan besarnya pengaruh yang di berikan dengan melakukan penggunaan air terhadap beton. dapat di lihat beton yang penggunaan air Tawar dapat mencapai mutu rencana  $f_c' = 30$  MPa, beton penggunaan air Gambut berada dibawah dari nilai kuat tekan mutu beton rencana, kecenderungan persentase kehilangan kekuatan yang dialami pada beton meningkat seiring dengan bertambahnya umur. Untuk lebih jelas dapat di lihat pada gambar 5.9



Gambar 5.9 Perbandingan kuat tekan beton Penggunaan Air Tawar dan Air Gambut.

Gambar 5.9 Kuat Tekan dapat dilihat besarnya pengaruh yang diberikan melakukan penggunaan terhadap beton, nilai kuat tekan umur 28 hari yang diperoleh Air Tawar yaitu 31,89 MPa, penggunaan Air Gambut memiliki nilai kuat tekan 24,16 MPa, terjadi penurunan kekuatan 24% dari penggunaan Air Tawar.

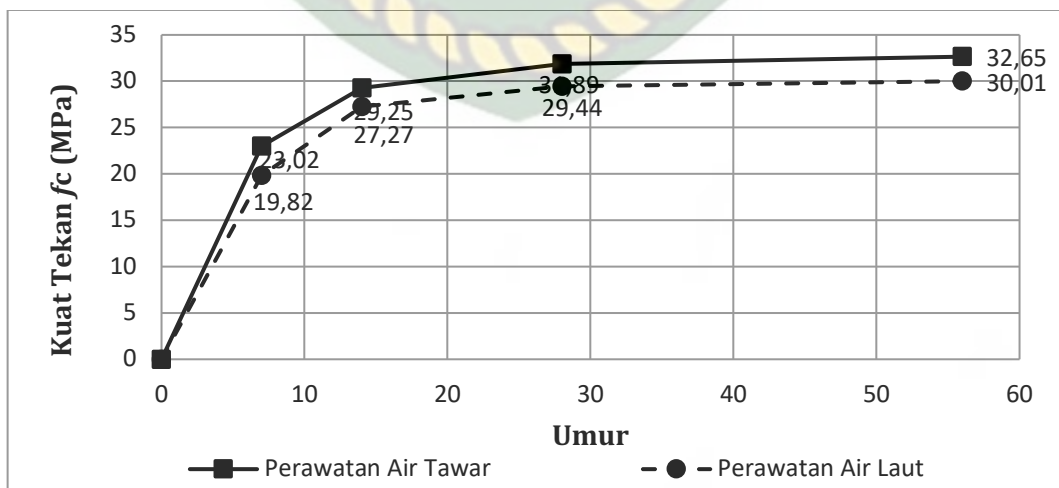
3. Perbandingan Perawatan Air Tawar dan Air Laut pada Kuat Tekan Beton.

Perbandingan hasil uji kuat tekan beton perawatan terhadap berbagai umur dapat dilihat pada tabel 5.15

Tabel 5.15 Perbandingan Perawatan Air Tawar dan Air Laut dengan Penggunaan Air Tawar pada Kuat Tekan Beton.

Umur (Hari)	Nilai Kuat Tekan $f_c'$ (MPa)		Penurunan Kekuatan (%)	Keterangan
	Perawatan Air Tawar	Perawatan Air Laut		
7	23,02	19,82	14 %	Penggunaan Air Tawar
14	29,25	27,27	7 %	
28	31,89	29,44	8 %	
56	32,65	30,01	8 %	

Tabel 5.15 besarnya pengaruh yang di berikan dengan melakukan perawatan terhadap beton, dapat di lihat beton yang perawatan dengan Air Tawar dapat mencapai mutu rencana  $f_c' = 30$  MPa, beton perawatan air laut berada dibawah dari nilai kuat tekan mutu beton rencana, kecenderungan persentase kehilangan kekuatan yang dialami pada beton meningkat seiring dengan bertambahnya umur. Untuk lebih jelas dapat di lihat pada gambar 5.10



Gambar 5.10 Perbandingan kuat tekan Perawatan Air Tawar dan Air Laut.

Gambar 5.10 dapat dilihat besarnya pengaruh yang diberikan dengan melakukan perawatan terhadap beton, nilai kuat tekan umur 28 hari yang diperoleh Air Tawar yaitu 31,89 MPa, perawatan Air Laut memiliki nilai kuat tekan 29,44 MPa, terjadi penurunan kekuatan 8% dari perawatan Air Tawar.

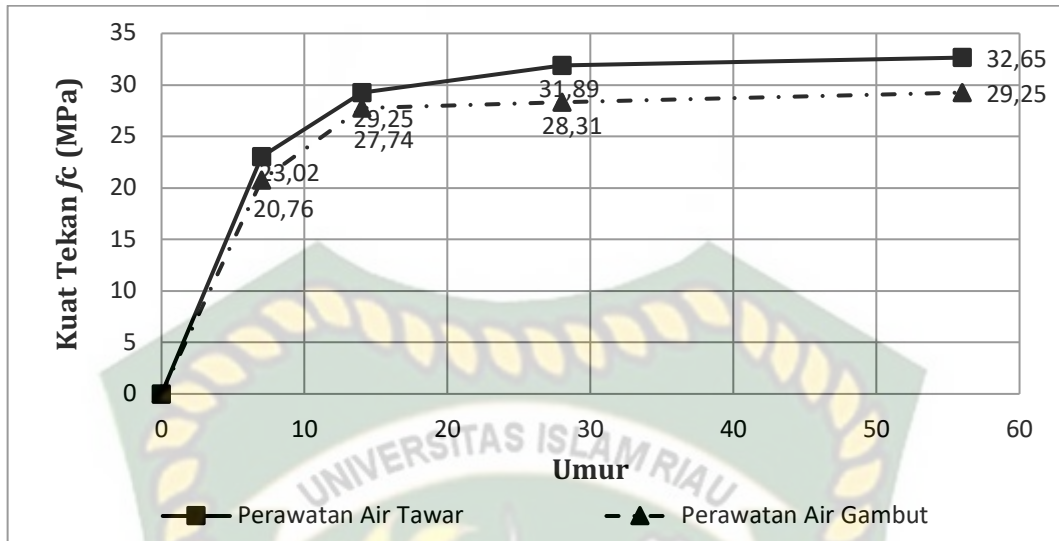
4. Perbandingan Perawatan Air Tawar dan Air Gambut pada Kuat Tekan Beton.

Perbandingan hasil uji kuat tekan beton perawatan terhadap berbagai umur dapat dilihat pada tabel 5.16

Tabel 5.16 Perbandingan Perawatan Air Tawar dan Air Gambut dengan Penggunaan Air Tawar pada Kuat Tekan Beton.

Umur (Hari)	Nilai Kuat Tekan $f_c'$ (MPa)		Penurunan Kekuatan (%)	Keterangan
	Perawatan Air Tawar	Perawatan Air Gambut		
7	23,02	20,76	10 %	Penggunaan Air Tawar
14	29,25	27,74	5 %	
28	31,89	28,31	11 %	
56	32,65	29,25	10 %	

Tabel 5.16 dapat dijelaskan bahwa besarnya pengaruh yang di berikan dengan melakukan perawatan berbagai macam air terhadap beton, dapat di lihat beton yang perawatan air tawar dapat mencapai mutu rencana  $f_c' = 30$  MPa, beton perawatan air Gambut berada dibawah dari nilai kuat tekan mutu beton rencana, kecenderungan persentase kehilangan kekuatan yang dialami pada beton meningkat seiring dengan bertambahnya umur. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 5.11.



Gambar 5.11 Perbandingan kuat tekan Perawatan Air Tawar dan Air Gambut.

Gambar 5.11 Kuat Tekan dapat dilihat besarnya pengaruh yang diberikan dengan melakukan perawatan terhadap beton, nilai kuat tekan umur 28 hari yang diperoleh Air Tawar yaitu 31,89 MPa, perawatan Air Gambut memiliki nilai kuat tekan 28.31 MPa, terjadi penurunan kekuatan 11% dari perawatan Air Tawar.

5. Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Laut pada Kuat Tekan Beton.

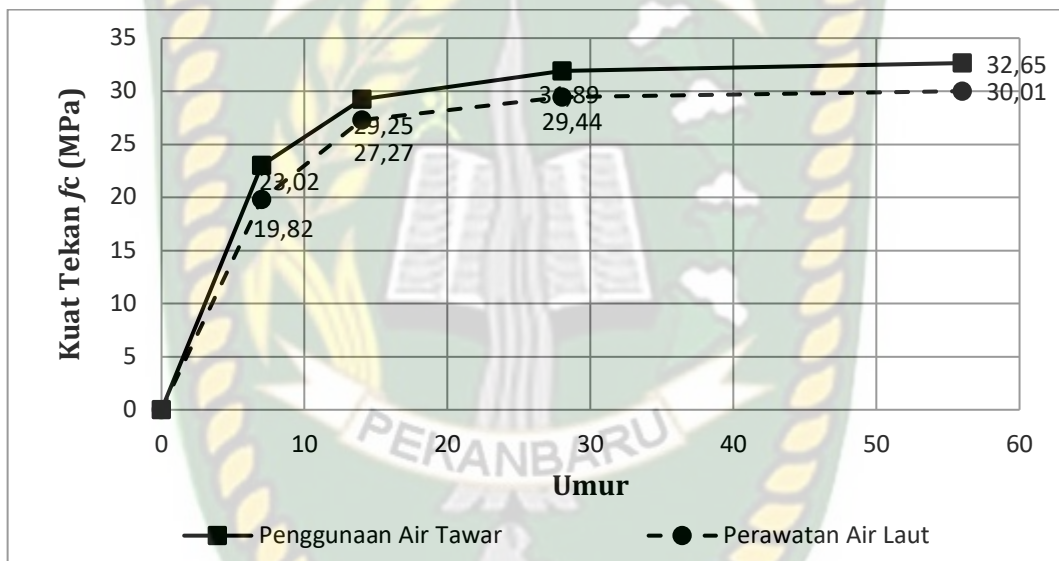
Perbandingan hasil uji kuat tekan beton penggunaan dan perawatan terhadap berbagai umur dapat dilihat pada tabel 5.17.

Tabel 5.17 Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Laut dengan Penggunaan Air Tawar pada Kuat Tekan Beton.

Umur (Hari)	Nilai Kuat Tekan $f_c'$ (MPa)		Penurunan Kekuatan (%)	Keterangan
	Penggunaan Air Tawar	Perawatan Air Laut		
7	23,02	19,82	14 %	Penggunaan Air Tawar
14	29,25	27,27	7 %	
28	31,89	29,44	8 %	
56	32,65	30,01	8 %	



Tabel 5.17 dapat dijelaskan bahwa besarnya pengaruh yang di berikan dengan melakukan penggunaan dan perawatan berbagai macam air terhadap beton, dapat di lihat beton penggunaan Air Tawar dapat mencapai mutu rencana.  $f_c' = 30$  MPa, beton perawatan Air Laut berada dibawah dari nilai kuat tekan mutu beton rencana, kecenderungan persentase kehilangan kekuatan yang dialami pada beton meningkat seiring dengan bertambahnya umur. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 5.12.



Gambar 5.12 Perbandingan kuat tekan beton Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Laut.

Gambar 5.12 dapat dilihat besarnya pengaruh yang diberikan dengan melakukan penggunaan dan perawatan terhadap beton, kecendrungan peningkatan kekuatan beton seiring pertambahan umur terlihat jelas pada hasil pengujian di atas. Hal ini terjadi pada dua macam air yang terlihat pada gambar grafik 5.12.

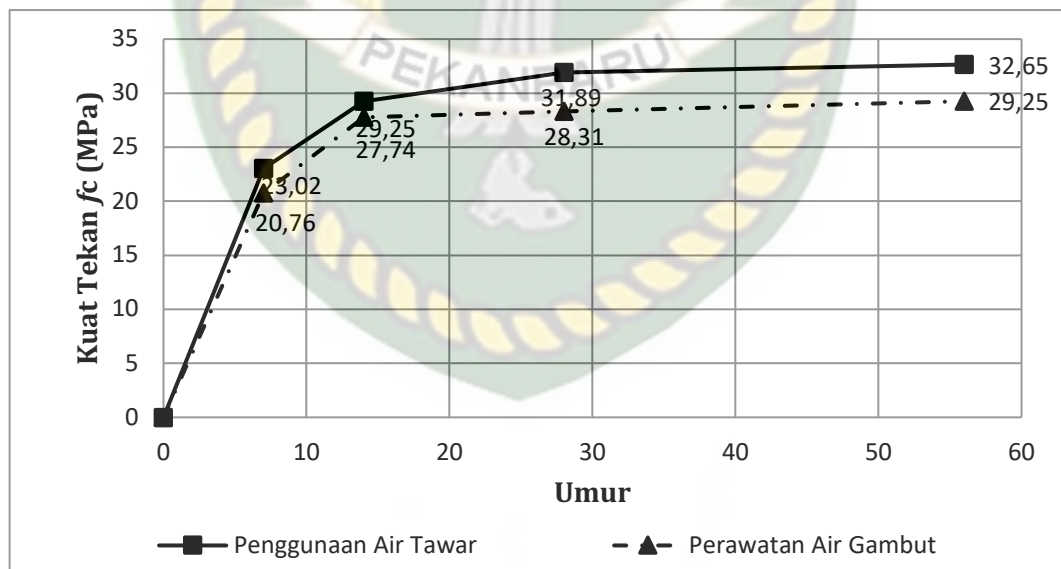
6. Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Gambut pada Kuat Tekan Beton.

Perbandingan hasil uji kuat lentur beton dengan penggunaan dan perawatan terhadap berbagai umur dapat dilihat pada tabel 5.18.

Tabel 5.18 Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Gambut dengan Penggunaan Air Tawar pada Kuat Tekan Beton.

Umur (Hari)	Nilai Kuat Tekan $f_c'$ (MPa)		Penurunan Kekuatan (%)	Keterangan
	Penggunaan Air Tawar	Perawatan Air Gambut		
7	23,02	20,76	10 %	Penggunaan Air Tawar
14	29,25	27,74	5 %	
28	31,89	28,31	11 %	
56	32,65	29,25	10 %	

Tabel 5.18 diatas dapat dijelaskan bahwa besarnya pengaruh yang di berikan dengan melakukan perawatan terhadap beton, dapat di lihat beton yang perawatan dengan air tawar dapat mencapai mutu rencana  $f_c' = 30$  MPa, beton dengan perawatan air Gambut berada dibawah dari nilai kuat tekan mutu beton rencana. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 5.13.



Gambar 5.13 Perbandingan kuat tekan beton Penggunaan Air Tawar dengan Air Gambut.

Gambar 5.13 dapat dilihat besarnya pengaruh yang diberikan dengan melakukan penggunaan dan perawatan terhadap beton, kecendrungan peningkatan kekuatan beton seiring pertambahan umur terlihat jelas pada hasil pengujian di atas. Hal ini terjadi pada dua macam air yang terlihat pada gambar gambar 5.13.

### 5.6. Perbandingan Kuat Lentur Penggunaan dan Perawatan

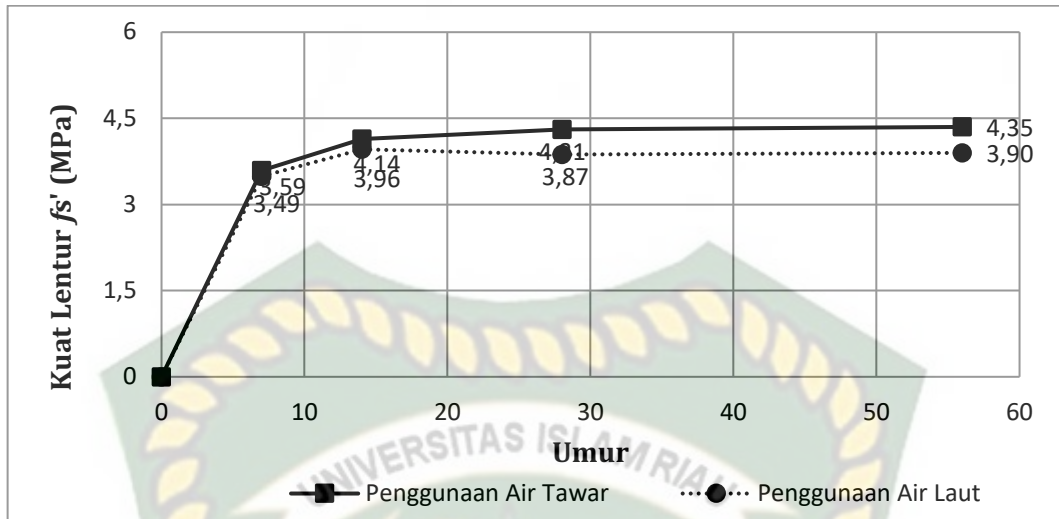
#### 1. Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Air Laut pada Kuat Lentur Beton.

Perbandingan hasil uji Lentur tekan beton dengan Penggunaan dan Perawatan terhadap berbagai umur dapat dilihat pada tabel 5.19

Tabel 5.19 Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Air Laut dengan Perawatan Air Tawar pada Kuat Lentur Beton.

Umur (Hari)	Nilai Kuat Lentur $f_s'$ (MPa)		Penurunan Kekuatan (%)	Keterangan
	Penggunaan Air Tawar	Penggunaan Air Laut		
7	3,59	3,49	3 %	Perawatan Air Tawar
14	4,14	3,96	4 %	
28	4,31	3,87	10 %	
56	4,35	3,90	10 %	

Tabel 5.19 dapat dijelaskan bahwa besarnya pengaruh penggunaan air terhadap beton, dapat di lihat beton dengan penggunaan air laut berada dibawah dari nilai lentur mutu beton penggunaan air tawar, kecendrungan persentase kehilangan kekuatan yang dialami pada beton meningkat seiring dengan bertambahnya umur, untuk lebih jelas dapat di lihat pada gambar 5.14.



Gambar 5.14 Perbandingan kuat lentur beton Penggunaan Air Tawar dan Air Laut.

Gambar 5.14 Kuat Lentur penggunaan Air Laut selalu berada dibawah dari nilai kuat lentur penggunaan Air Tawar, kecendrungan peningkatan kekuatan beton seiring pertambahan umur terlihat jelas pada hasil pengujian di atas. Hal ini terjadi pada dua macam air yang terlihat pada gambar grafik 5.14.

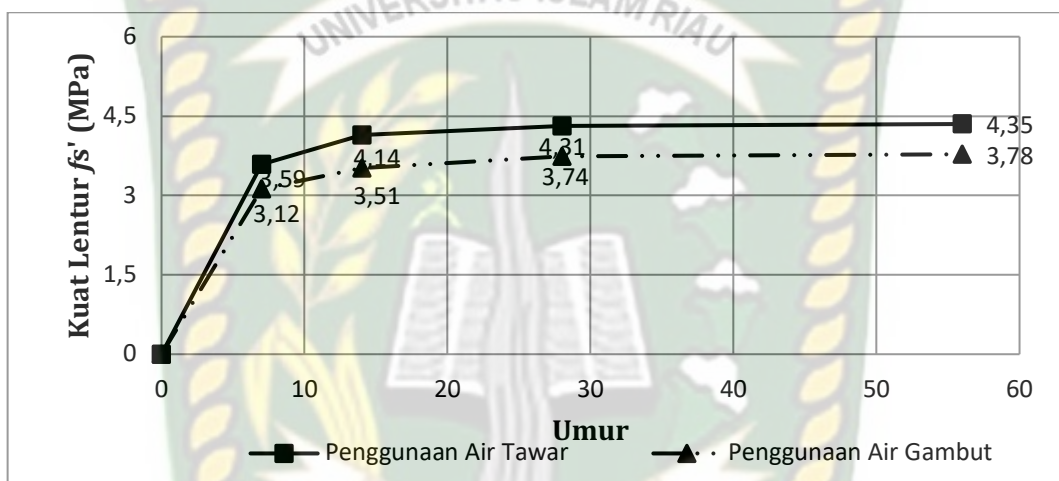
2. Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Air Gambut pada Kuat Lentur Beton.

Perbandingan hasil uji Lentur beton Penggunaan terhadap berbagai umur dapat dilihat pada tabel 5.20

Tabel 5.20 Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Air Gambut dengan Perawatan Air Tawar pada Kuat Lentur Beton.

Umur (Hari)	Nilai Kuat Lentur $f_s'$ (MPa)		Penurunan Kekuatan (%)	Keterangan
	Penggunaan Air Tawar	Penggunaan Air Gambut		
7	3,59	3,12	13 %	Perawatan Air Tawar
14	4,14	3,51	15 %	
28	4,31	3,74	13 %	
56	4,35	3,78	13 %	

Tabel 5.20 dapat dijelaskan bahwa besarnya pengaruh yang di berikan dengan melakukan penggunaan berbagai macam air terhadap beton, dapat di lihat beton dengan penggunaan air gambut berada dibawah dari nilai kuat lentur penggunaan air tawar, kecenderungan persentase kehilangan kekuatan yang dialami pada beton meningkat seiring dengan bertambahnya umur. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 5.15.



Gambar 5.15 Perbandingan kuat lentur beton Penggunaan Air Tawar dan Air Gambut.

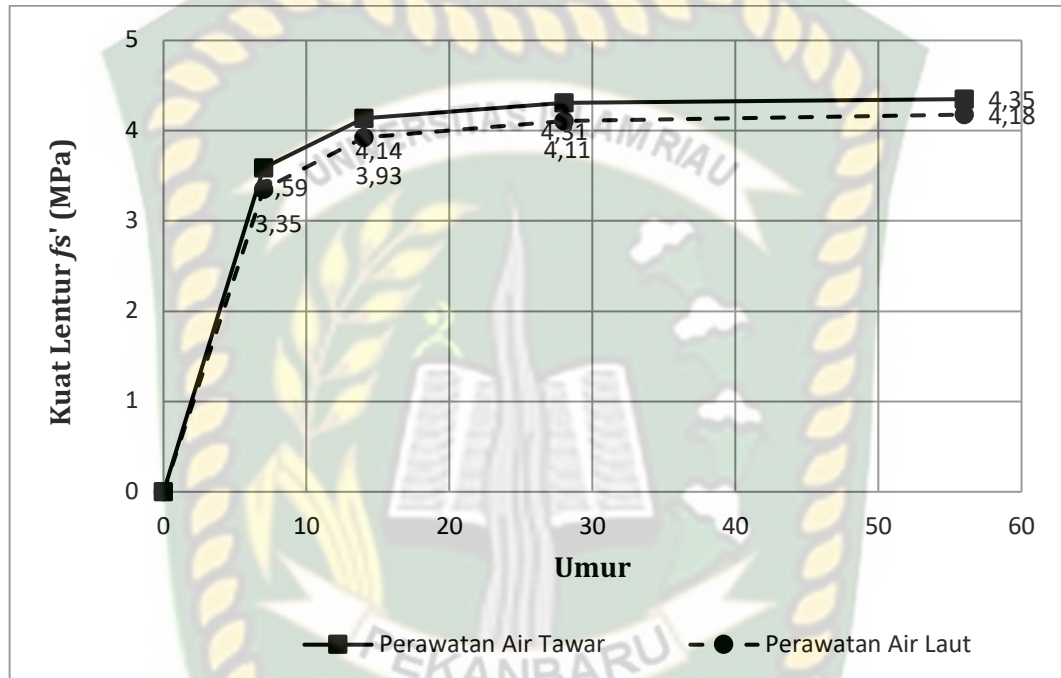
3. Perbandingan Perawatan Air Tawar dan Perawatan Air Laut pada Kuat Lentur Beton.

Perbandingan hasil uji Lentur beton dengan Perawatan terhadap berbagai umur dapat dilihat pada tabel 5.21

Tabel 5.21 Perbandingan Perawatan Air Tawar dan Air Laut dengan Penggunaan Air Tawar pada Kuat Lentur Beton.

Umur (Hari)	Nilai Kuat Lentur $f_s'$ (MPa)		Penurunan Kekuatan (%)	Keterangan
	Perawatan Air Tawar	Perawatan Air Laut		
7	3,59	3,35	7 %	Penggunaan Air Tawar
14	4,14	3,93	5 %	
28	4,31	4,11	5 %	
56	4,35	4,18	4 %	

Tabel 5.21 dapat dijelaskan bahwa besarnya pengaruh yang di berikan dengan melakukan perawatan terhadap beton, dapat di lihat beton dengan perawatan air laut berada dibawah dari nilai kuat lentur beton perawatan air tawar, Untuk lebih jelas dapat di lihat pada gambar 5.16.



Gambar 5.16 Perbandingan kuat lentur beton Perawatan Air Tawar dan Air Laut .

Gambar 5.16 Kuat Lentur perawatan Air Laut selalu berada dibawah dari nilai kuat lentur penggunaan Air Tawar, kecendrungan peningkatan kekuatan beton seiring pertambahan umur terlihat jelas pada hasil pengujian di atas. Hal ini terjadi pada dua macam air yang terlihat pada gambar 5.16.

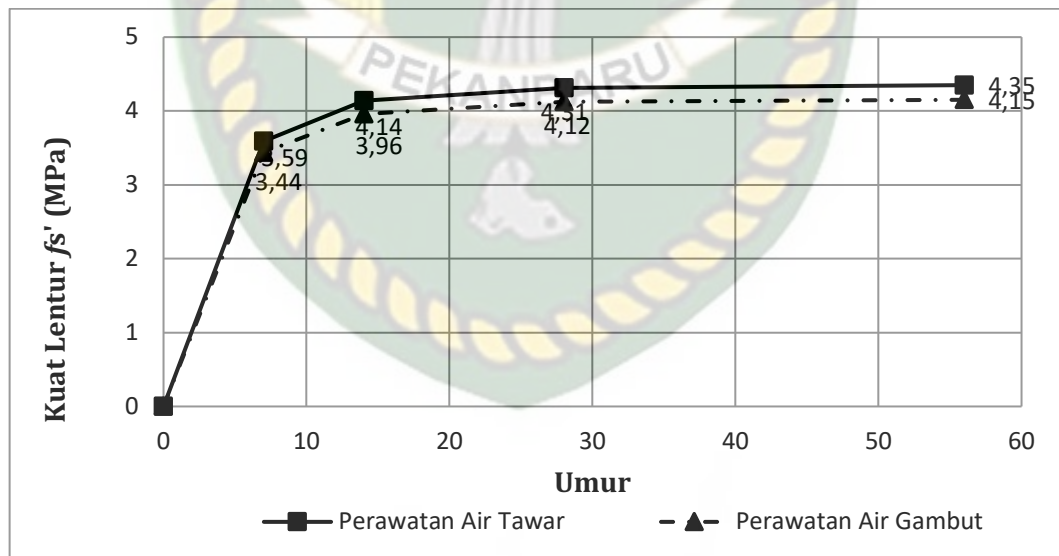
4. Perbandingan Perawatan Air Tawar dan Air Gambut pada Kuat Lentur Beton.

Perbandingan hasil uji Lentur beton Perawatan terhadap berbagai umur dapat dilihat pada tabel 5.22.

Tabel 5.22 Perbandingan Perawatan Air Tawar dan Air Gambut dengan Penggunaan Air Tawar pada Kuat Lentur Beton.

Umur (Hari)	Nilai Kuat Lentur $f_s'$ (MPa)		Penurunan Kekuatan (%)	Keterangan
	Perawatan Air Tawar	Perawatan Air Gambut		
7	3,59	3,44	4 %	Penggunaan Air Tawar
14	4,14	3,96	4 %	
28	4,31	4,12	4 %	
56	4,35	4,15	5 %	

Tabel 5.22 dapat dijelaskan bahwa besarnya pengaruh yang di berikan dengan melakukan penggunaan dan perawatan berbagai macam air terhadap beton, dapat di lihat beton dengan penggunaan air gambut berada dibawah dari nilai kuat lentur mutu beton perawatan air tawar. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 5.17.



Gambar 5.17 Perbandingan kuat lentur beton Perawatan Air Tawar dan Air Gambut.

Gambar 5.17 Kuat lentur perawatan Air Gambut lebih rendah dari perawatan Air Tawar, kecendrungan peningkatan kekuatan beton seiring pertambahan umur.

5. Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Laut pada Kuat Lentur Beton.

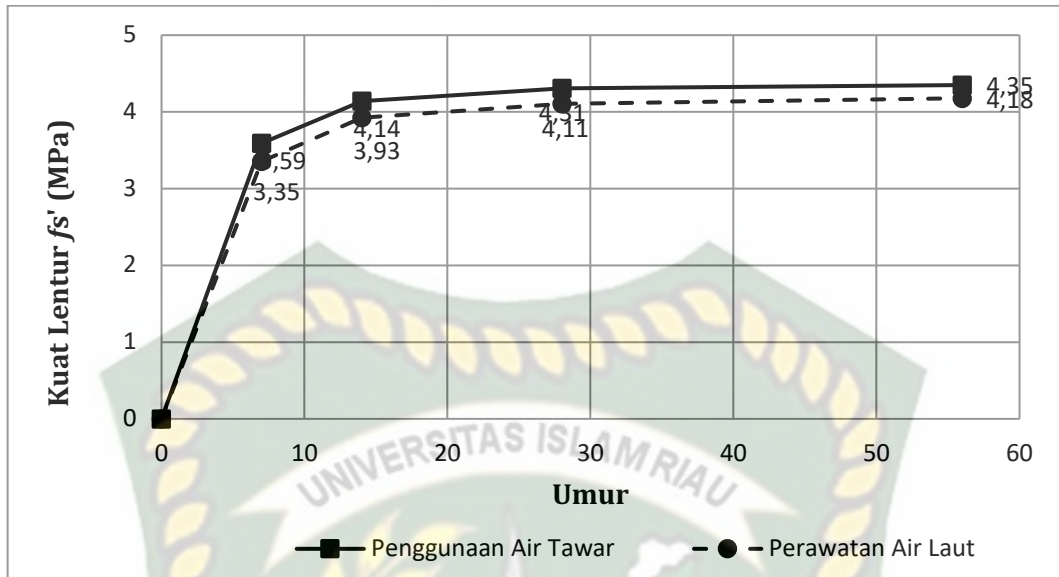
Perbandingan hasil uji Lentur beton Penggunaan dan Perawatan terhadap berbagai umur dapat dilihat pada tabel 5.21.

Tabel 5.23 Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Laut dengan Penggunaan Air Tawar pada Kuat Lentur Beton.

Umur (Hari)	Nilai Kuat Lentur $f_s'$ (MPa)		Penurunan Kekuatan (%)	Keterangan
	Penggunaan Air Tawar	Perawatan Air Laut		
7	3,59	3,35	7 %	Penggunaan Air Tawar
14	4,14	3,93	5 %	
28	4,31	4,11	5 %	
56	4,35	4,18	4 %	

Tabel 5.23 dapat dijelaskan bahwa besarnya pengaruh yang di berikan dengan melakukan perbandingan penggunaan dan perawatan berbagai macam air terhadap beton, dapat di lihat beton dengan perawatan air laut berada dibawah dari nilai kuat lentur beton perawatan air tawar, Untuk lebih jelas dapat di lihat pada gambar 5.18.





Gambar 5.18 Perbandingan kuat lentur beton Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Laut.

Gambar 5.18 Kuat lentur perawatan Air Gambut lebih rendah dari perawatan Air Tawar, kecenderungan peningkatan kekuatan beton seiring pertambahan umur.

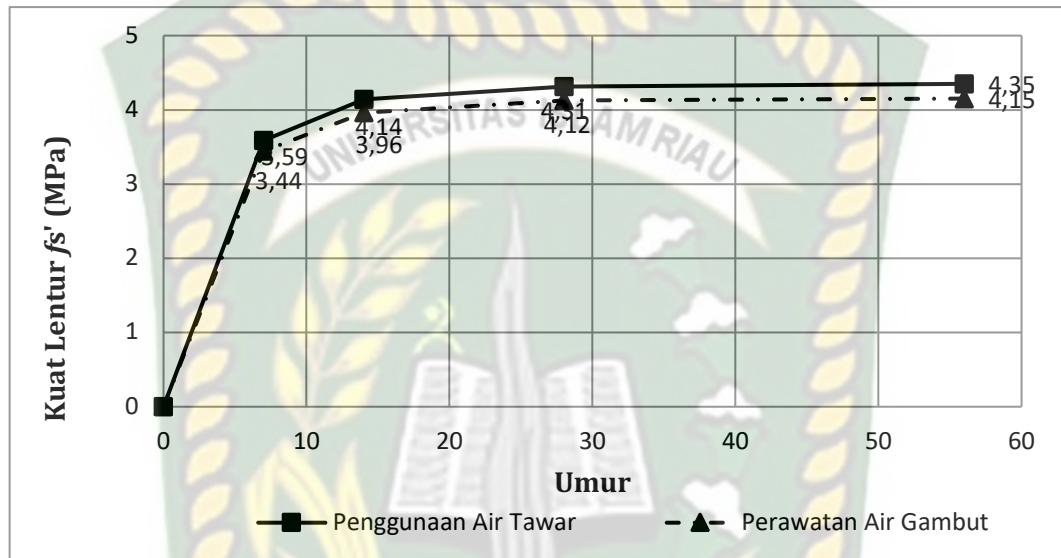
6. Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Gambut pada Kuat Lentur Beton.

Perbandingan hasil uji Lentur beton Penggunaan dan Perawatan terhadap berbagai umur dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.24 Perbandingan Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Gambut dengan Penggunaan Air Tawar pada Kuat Lentur Beton.

Umur (Hari)	Nilai Kuat Lentur $f_s'$ (MPa)		Penurunan Kekuatan (%)	Keterangan
	Penggunaan Air Tawar	Perawatan Air Gambut		
7	3,59	3,44	4 %	Penggunaan Air Tawar
14	4,14	3,96	4 %	
28	4,31	4,12	4 %	
56	4,35	4,15	5 %	

Tabel 5.24 dapat dijelaskan bahwa besarnya pengaruh yang di berikan dengan melakukan penggunaan dan perawatan berbagai macam air terhadap beton, dapat di lihat penggunaan air gambut berada dibawah dari nilai kuat lentur perawatan air tawar. Untuk lebih jelas dapat di lihat pada gambar 5.19.



Gambar 5.19 Perbandingan kuat lentur beton Penggunaan Air Tawar dan Perawatan Air Gambut.

Gambar 5.19 Kuat lentur perawatan Air Gambut lebih rendah dari penggunaan Air Tawar, kecendrungan peningkatan kekuatan beton seiring pertambahan umur.

### 5.7. Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Lentur Beton

Dari perhitungan data kuat tekan dengan alat uji Tekan (Compression Machine) dan kuat lentur didapat suatu hubungan antara kuat lentur ( $f_s$ ) banding akar kuat tekan ( $\sqrt{f_c'}$ ) beton menghasilkan nilai konstanta, untuk penggunaan material agregat batu pecah adalah 0.75.

### 1. Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton umur 7 hari.

Berdasarkan persamaan 3.14 maka didapat nilai konstanta hubungan kuat tekan dengan kuat lentur beton umur 7 hari seperti pada tabel 5.25

Tabel. 5.25 Konstanta Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton umur 7 hari

No	Penggunaan	Perawatan	Mutu Beton (MPa)	Kuat Tekan ( $f_c'$ ) (MPa)	Kuat Lentur ( $f_s$ ) (MPa)	$K = \frac{f_s}{\sqrt{f_c'}}$
1.	Air Tawar	Air Tawar	$f_c' = 30$	23.02	3.59	0.7494
2.	Air Laut			21.61	3.49	0.7505
3.	Air Gambut			17.46	3.12	0.7464
4.		Air Laut	$f_c' = 30$	19.82	3.35	0.7528
5.	Air Tawar	Air Gambut		20.76	3.44	0.7560

Tabel 5.25 hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton  $f_c' = 30$  MPa dari persamaan rumus 3.14 didapat konstanta hasil nilai kuat lentur ( $f_s$ ) banding akar kudrat kuat tekan ( $f_c'$ ). Penggunaan Air Gambut dan Air Tawar diperoleh nilai konstanta lebih rendah pada umur beton 7 hari, nilai belum mencapai nilai standar dari konstanta yang sudah ada untuk menggunakan agregat pecah sebesar 0,75.

### 2. Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton umur 14 hari.

Berdasarkan persamaan 3.14 maka didapat nilai konstanta hubungan kuat tekan dengan kuat lentur beton umur 14 hari seperti pada tabel 5.26.

Tabel. 5.26 Konstanta Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton umur 14 hari

No	Penggunaan	Perawatan	Mutu Beton (MPa)	Kuat Tekan ( $f_c'$ ) (MPa)	Kuat Lentur ( $f_s$ ) (MPa)	$K = \frac{f_s}{\sqrt{f_c'}}$
1.	Air Tawar			29.25	4.14	0.7652

2.	Air Laut	Air Tawar	$fc' = 30$	27.55	3.96	0.7586
3.	Air Gambut			21.51	3.51	0.7564
4.	Air Tawar	Air Laut	$fc' = 30$	27.27	3.93	0.7528
5.		Air Gambut		27.47	3.96	0.7557

Tabel 5.26 hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton  $fc' = 30$  MPa dari persamaan rumus 3.14 didapat konstanta hasil nilai kuat lentur ( $fs$ ) banding akar kudrat kuat tekan ( $fc'$ ). Penggunaan Air Tawar diperoleh nilai konstanta lebih tinggi pada umur beton 14 hari, nilai konstanta yang didapat lebih tinggi dari nilai yang sudah ada sebesar 0.75 untuk standar konstanta penggunaan material batu pecah.

### 3. Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton umur 28 hari.

Berdasarkan persamaan 3.14 maka didapat nilai konstanta hubungan kuat tekan dengan kuat lentur beton umur 28 hari seperti pada tabel 5.27

Tabel. 5.27 Konstanta Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton umur 28 hari

No	Penggunaan	Perawatan	Mutu Beton (MPa)	Kuat Tekan ( $fc'$ ) (MPa)	Kuat Lentur ( $fs$ ) (MPa)	$K = \frac{fs}{\sqrt{fc'}}$
1.	Air Tawar	Air Tawar	$fc' = 30$	31,89	4.31	0.7641
2.	Air Laut			25.86	3.87	0.7618
3.	Air Gambut			24.16	3.74	0.7601
4.	Air Tawar	Air Laut	$fc' = 30$	29.44	4.11	0.7569
5.		Air Gambut		28.31	4.12	0.7744

Tabel 5.27 hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton  $f_c' = 30$  MPa dari persamaan rumus 3.14 didapat konstanta hasil nilai kuat lentur ( $f_s$ ) banding akar kudrat kuat tekan ( $f_c'$ ). Perawatan Air Gambut diperoleh nilai konstanta paling tinggi pada umur beton 28 hari, nilai konstanta yang didapat lebih tinggi dari nilai yang sudah ada sebesar 0.75 untuk standar konstanta penggunaan material batu pecah.

#### 4. Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton umur 56 hari.

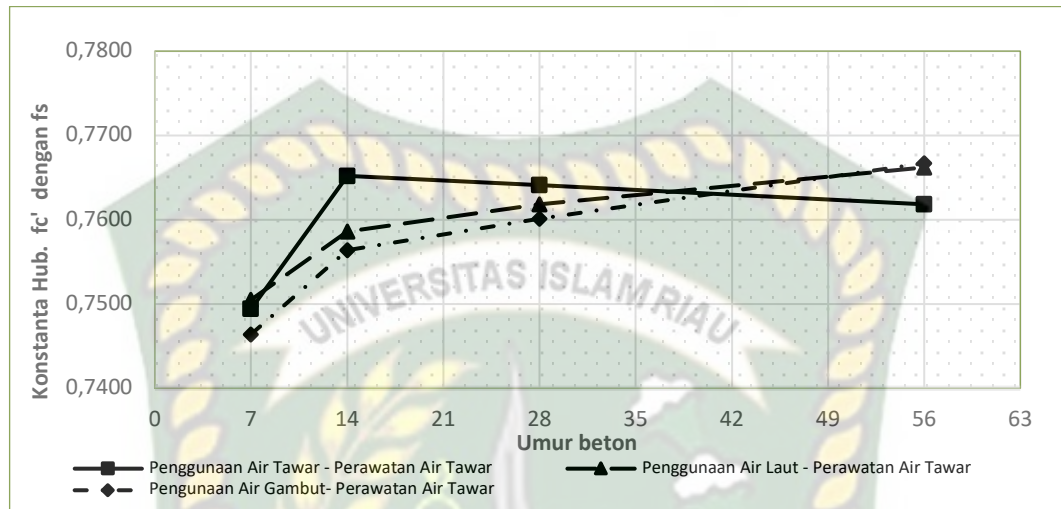
Berdasarkan persamaan 3.14 maka didapat nilai konstanta hubungan kuat tekan dengan kuat lentur beton umur 56 hari seperti pada tabel 5.28.

Tabel. 5.28 Konstanta Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton umur 56 hari

No	Penggunaan	Perawatan	Mutu Beton (MPa)	Kuat Tekan ( $f_c'$ ) (MPa)	Kuat Lentur ( $f_s$ ) (MPa)	$K = \frac{f_s}{\sqrt{f_c'}}$
1.	Air Tawar	Air Tawar	$f_c' = 30$	32.65	4.35	0.7618
2.	Air Laut			25.95	3.90	0.7662
3.	Air Gambut			24.35	3.78	0.7667
4.		Air Laut	$f_c' = 30$	30.01	4.18	0.7683
5.	Air Tawar	Air Gambut		29.25	4.15	0.7670

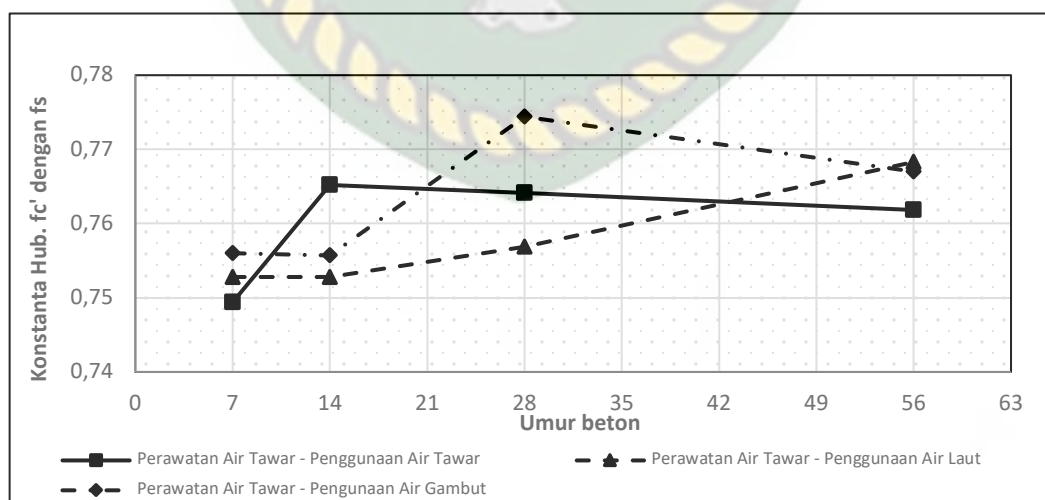
Tabel 5.28 hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton  $f_c' = 30$  MPa dari persamaan rumus 3.14 didapat konstanta hasil nilai kuat lentur ( $f_s$ ) banding akar kudrat kuat tekan ( $f_c'$ ). Perawatan Air Laut diperoleh nilai konstanta lebih tinggi pada umur beton 56 hari, nilai konstanta yang didapat lebih tinggi dari nilai yang sudah ada sebesar 0.75 untuk standar konstanta penggunaan material batu pecah.

Dari tabel konstanta hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur menurut umur 7, 14, 28 dan 56 hari diatas dapat dilihat dalam bentuk gambar 5.20.



Gambar 5.20 Grafik Konstanta Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Penggunaan menurut bermacam Air.

Gambar 5.20 menunjukkan bahwa konstanta kuat tekan dan kuat lentur Penggunaan Air Gambut lebih rendah dari Air Tawar dan Air Laut pada umur 7 hari kurang dari 0,75 pada umur 14, 28 dan 56 hari berturut – turut nilai kostanta ketiga Penggunaan Air lebih dominan di atas 0,75.



Gambar 5.21 Grafik Konstanta Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Perawatan menurut bermacam air.

Gambar 5.21 menunjukkan bahwa konstanta kuat tekan dan kuat lentur Perawatan Air Tawar lebih rendah dari Air Laut dan Air Gambut pada umur 7 hari kurang dari 0,75 pada umur 14, 28 dan 56 hari berturut – turut nilai konstanta ketiga Perawatan Air lebih dominan di atas 0,75. Dan konstanta paling tinggi terjadi pada umur beton 28 hari dan pada umur beton 56 hari masih terjadi kenaikan nilai konstanta pada perawatan air laut.

### 5.8. Korelasi Antara Hasil Peneliti Dengan Peneliti Sebelumnya

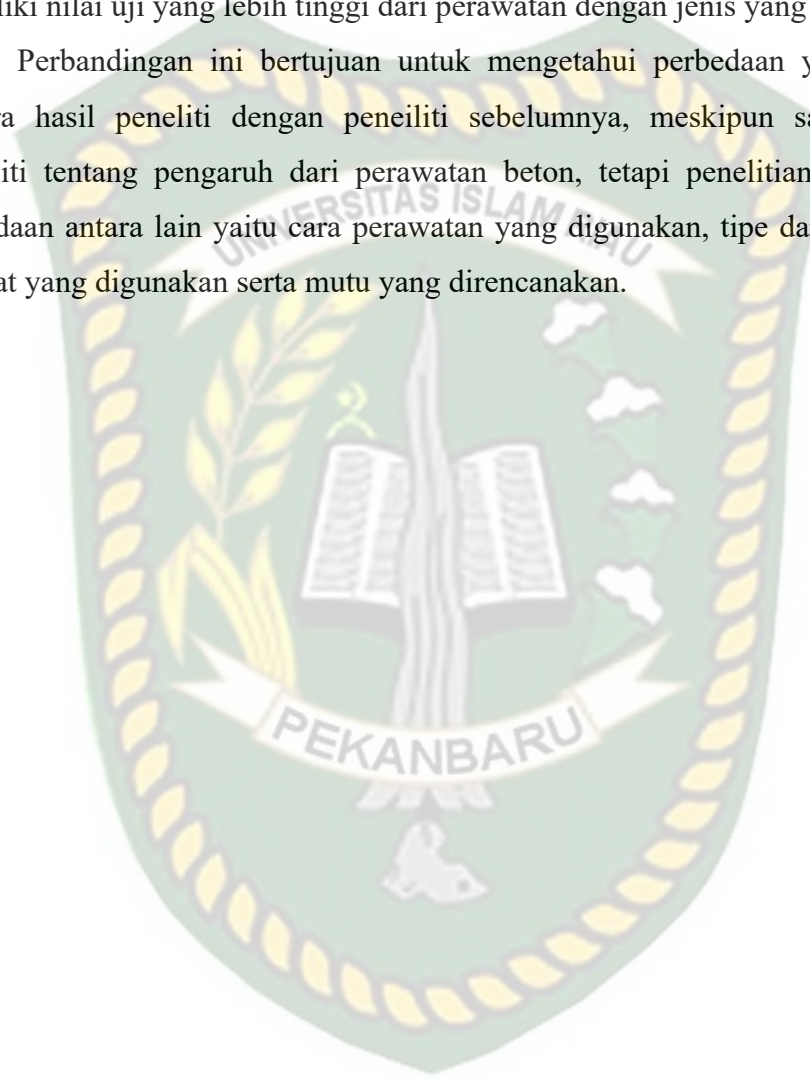
Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti mencoba untuk melakukan perbandingan antara hasil dari peneliti dengan beberapa hasil peneliti sebelumnya, yaitu Fauzi (2013) dan Achmad Alfajrizal (2018). Adapun hasil dari perbandingan tersebut dapat dilihat pada tabel 5.29.

Tabel 5.29 Tabel Perbandingan Hasil Peneliti Dengan Peneliti Sebelumnya.

Umur	Hasil Peneliti				Fauzi 2013		Alfajrizal (2018)			
	Kuat Tekan $f_c'$ 30 MPa		Kuat Lentur $f_c'$ 30 MPa		Kuat Tekan $f_c'$ 20 MPa	Kuat Lentur $f_c'$ 20 MPa	Kuat Tekan $f_c'$ 30 MPa		Kuat Lentur $f_c'$ 30 MPa	
	Penggunaan	Perawatan	Penggunaan	Perawatan	Perawatan	Perawatan	Dirawat	Tidak Dirawat	Dirawat	Tidak Dirawat
							Direndam	Dirawat	Direndam	Dirawat
	<b>Air Tawar</b>									
7	23,02	23,02	3,59	3,59			23,02	20,48	3,59	3,19
14	29,25	29,25	4,14	4,14			29,25	22,08	4,14	3,33
28	31,89	31,89	4,31	4,31	21,989	2,951	31,89	22,18	4,31	3,43
56	32,65	32,65	4,35	4,35			32,65	22,08	4,35	3,46
	<b>Air Laut</b>									
7	21,61	19,82	3,49	3,35						
14	27,55	27,27	3,96	3,93						
28	25,86	29,44	3,87	4,11	18,021	2,506				
56	25,95	30,01	3,90	4,15						
	<b>Air Gambut</b>									
7	17,46	20,76	3,12	3,44						
14	21,51	27,74	3,51	3,96	<b>Dalam Lumpur</b>					
28	24,16	28,31	3,74	4,12	19,361	2,698				
56	24,35	29,25	3,78	4,15						

Dari tabel 5.29 diatas dapat dilihat bahwa pentingnya perawatan untuk mendapatkan hasil yang maksimal, dengan menggunakan mutu yang berbeda dan penggunaan air yang berbeda dapat dilihat bahwa perawatan dengan perendaman memiliki nilai uji yang lebih tinggi dari perawatan dengan jenis yang lainnya.

Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan yang dimiliki antara hasil peneliti dengan peneliti sebelumnya, meskipun sama – sama meneliti tentang pengaruh dari perawatan beton, tetapi penelitian ini terdapat perbedaan antara lain yaitu cara perawatan yang digunakan, tipe dan macam air, agregat yang digunakan serta mutu yang direncanakan.





## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap beton mutu rencana  $f_c' = 30$  MPa dengan menggunakan jenis Air Tawar, Air Laut dan Air Gambut, dengan melakukan Penggunaan dan perawatan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan air laut dan air gambut sebagai campuran beton cenderung menurunkan kuat tekan dan kuat lentur, penurunan kuat tekan menggunakan air laut pada umur 7, 14, 28 dan 56 adalah 6%, 6%, 19% dan 21%, untuk air gambut 24%, 26%, 24% dan 25%. Penurunan terhadap kuat lentur menggunakan air laut 3%, 4%, 19% dan 10%, untuk air gambut 13%, 15%, 13%, dan 13%.
2. Perawatan air laut dan air gambut sebagai campuran beton cenderung menurunkan kuat tekan dan kuat lentur, penurunan kuat tekan perawatan air laut pada umur 7, 14, 28 dan 56 adalah 14%, 7%, 8% dan 8%, untuk air gambut 10%, 5%, 11% dan 10%. Penurunan terhadap kuat lentur perawatan air laut 7%, 5%, 5% dan 4%, untuk air gambut 4%, 4%, 4%, dan 5%.
3. Hubungan hasil uji kuat tekan dan kuat lentur, penggunaan dan perawatan dengan Air Tawar konsisten unggul hasil uji kuat tekan dan kuat lentur terhadap Air Laut dan Air Gambut. Konstanta hubungan kuat tekan dengan

kuat lentur tiga macam air didapatkan nilai konstanta tidak jauh berbeda berkisar 0,75 untuk penggunaan agregat batu pecah. Konstanta tertinggi terjadi pada umur 28 hari untuk semua jenis penggunaan dan perawatan air.

## 6.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis menyampaikan babarapa saran yang terkait pada penelitian ini, antara lain sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut atau lebih mengembangkan penelitian ini seperti penggunaan jenis Air yang yang bervariasi, jenis dan asal material yang berbeda, serta dengan mutu beton yang berbeda- beda.
2. Untuk mendapatkan hasil dari kuat tekan dan kuat lentur yang maksimal, sangat diperlukan adanya dilakukan perawatan, maka untuk penelitian lebih lanjut disarankan menggunakan jenis perawatan yang berbeda atau penggunaan air yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfajrizal, M., 2018, “Kajian Perbandingan Pada Penggunaan Berbagai Merek Semen Terhadap Sampel Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Dengan Perawatan (*Curing*) Dan Tanpa Perawatan Pada Pekeraan Kaku (*Rigid Pavement*). Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Burhan., Magfirah., 2016, “Perilaku Melanik Beton Berongga Menggunakan Air Laut”. Universitas Hasanuddin, Sulawesi Selatan, Makasar.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *SNI 03-2834-2000, Metode Perencanaan Campuran Beton*. Bandung
- Badan Standarisasi Nasional. 1990. *SNI 03-1968-1990, Analisa Saringan Butiran Agregat Kasar Dan Halus*. Bandung
- Badan Standarisasi Nasional. 1993. *SNI 03-2834-1993, Faktor Air Semen*. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. *SNI 4431:2011, Metode Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton*. Bandung
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 2417 : 2008, Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles*. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *SNI 03-2834-2000, Nilai Deviasi Standar*. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 1972-2008, Slump Test*. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 1990. *SNI 03-1974-1990, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Bandung
- Cicilia., 2016, “Kuat Lentur Beton Yang Menggunakan Air Lau t, Pasir Laut Dan Semen PCC”. Universitas Hasanuddin, Sulawesi Selatan, Makasar.
- Dinas Pekerjaan Umum (2012), “Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 revisi 3”. Dinas Pekerjaan Umum Bidang Bina Marga, Jakarta, 2012

- Elia, H., Dkk., 2014, “Pengaruh Masa Perawatan (Curing) Menggunakan Air Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Absorpsi Beton”. Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Fauzi, D.A., 2013, “ Analisa Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton dengan Perawatan Dalam Lumpur dan Air Laut”. Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- Gultom, G., 2017, “Kuat Tekan dan Perubahan Berat Beton OPC dan OPC POFA dengan Menggunakan Air Gambut Sebagai Air Pencampur di Lahan Gambut”. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Hermanto., 2019, “Pengaruh Pemakaian Jenis Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Bebas Material Ringan Mortar Busa Sebagai Bahan Penganti Urugan Pilihan Pada Konstruksi Jalan”. Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Hunggurami., 2014, “Pengaruh Masa Perawatan (*Curing*) Menggunakan Air Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Absorpsi Beton. Universitas Nusa Cendana, Kupang.
- Junaid., 2014, Studi Kekuatan Beton yang Menggunakan Air Laut Sebagai Air Pecampur pada Daerah Pasang Surut. Universitas Hasanuddin, Sulawesi Selatan, Makasar.
- Mulyono, T., 2004, *Teknologi Beton*, Edisi Kedua, Andi, Yogyakarta.
- Syarkawi., 2018, “Perbandingan Penggunaan Berbagai Merek Semen Terhadap kuat Tekan Bebas (UCS) Material Ringan Mortar Busa Pada Lapis Pondasi Bawah Perkerasan Jalan”. Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Tjokrodinuljo, K., 1992, *Buku Ajaran Teknologi Beton*, Yogyakarta.
- Wedhanto., 2017, “Pengaruh Air Laut Terhadap Kekuatan Tekan Beton Terbuat dari Berbagai Tipe Semen yang Dijual di Toko Bangunan di Kota Malang”. Universitas Negeri Malang.
- Zulhendri., 2018, “Kajian Perbandingan Penggunaan Berbagai Merek Semen Terhadap Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Perkerasan Kaku”. Universitas Islam Riau, Pekanbaru.